

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001138936 A**

(43) Date of publication of application: **22.05.01**

(51) Int. Cl. **B62D 6/00**  
**// B62D101:00**  
**B62D113:00**  
**B62D117:00**

(21) Application number: **11336238**  
(22) Date of filing: **26.11.99**  
(30) Priority: **27.08.99 JP 11241238**

(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP**  
(72) Inventor: **KAWAMURO JIYUNJI**  
**KOSHIRO TAKAHIRO**  
**MATSUDA MORIHIRO**  
**NAKATSU CHIKATOSHI**

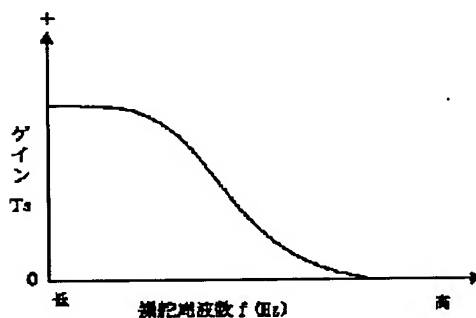
(54) **STEERING CONTROL DEVICE FOR VEHICLE**

(57) Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve such a problem that in differential steering control, when a steering wheel is quickly reciprocated, it is feared that an actuator is more driven under the influence of a controlled variable, and the reactive force is transmitted to the wheel to give a sense of incongruity in steering to an operator.

SOLUTION: When the gain  $T_s$  of a differential value  $\alpha$  which is set in response to the steering angular speed  $d\theta/dt$ , it set based on a map shown in Fig, the gain is decreased with increasing the steering frequency ( $f$ ), and the controlled variable is suppressed in response to the steering angular speed under the condition where switching is frequently operated.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-138936

(P2001-138936A)

(43) 公開日 平成13年5月22日 (2001.5.22)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
B 6 2 D 6/00		B 6 2 D 6/00	3 D 0 3 2
// B 6 2 D 101:00		101:00	
113:00		113:00	
117:00		117:00	

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願平11-336238	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22) 出願日	平成11年11月26日 (1999.11.26)	(72) 発明者	河室 巡児 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平11-241238	(72) 発明者	小城 隆博 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(32) 優先日	平成11年8月27日 (1999.8.27)	(74) 代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹 (外1名)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

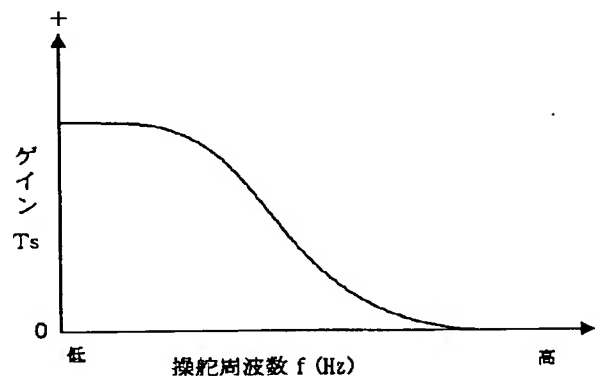
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 車両用操舵制御装置

## (57) 【要約】

【課題】 微分ステア制御において、操舵ハンドルを素早く往復動させると、操舵角速度に応じた制御量の影響でアクチュエータがより駆動され、その反力がハンドルに伝達され操舵違和感を与えるおそれがある。

【解決手段】 操舵角速度  $d\theta/dt$  に応じて設定される微分値  $\alpha$  のゲイン  $T_s$  を、図のマップをもとに設定することで、操舵周波数  $f$  の増加に応じてゲイン  $T_s$  が減少し、頻繁に切り返し操作をする状況下では、操舵角速度に応じた制御量が抑制される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ハンドル操作に対する転舵輪の転舵動作を制御する操舵制御装置であって、操舵ハンドルの操舵角を検知する検知手段と、転舵輪を転舵駆動する駆動手段と、前記検知手段の検知結果をもとに、操舵角に応じて設定する第1目標制御量と、操舵角速度に応じて設定する第2目標制御量とをもとに、前記駆動手段に対する制御量を設定する設定手段とを備えており、前記設定手段は、操舵角速度の変化状態に応じて、前記第2目標制御量を抑制する補正手段を備える車両用操舵制御装置。

【請求項2】 前記補正手段は、操舵周波数が所定周波数以上となった場合に、前記第2目標制御量を抑制する請求項1記載の車両用操舵制御装置。

【請求項3】 前記補正手段は、操舵周波数が所定周波数以上となった場合に、前記第2目標制御量を零に設定する請求項1記載の車両用操舵制御装置。

【請求項4】 前記補正手段は、前記第2目標制御量が変化し得る変化率を規定しており、前記設定手段によって設定される第2目標制御量がこの変化率を超える場合には、この変化率で制限された制御量を第2目標制御量として設定する請求項1記載の車両用操舵制御装置。

【請求項5】 前記補正手段は、前記設定手段で設定される第2目標制御量が大いほど、前記変化率が小さくなるように、この変化率を可変設定する請求項4記載の車両用操舵制御装置。

【請求項6】 前記補正手段は、操舵角加速度が所定値以上となった場合に、前記第2目標制御量を抑制する請求項1記載の車両用操舵制御装置。

【請求項7】 ハンドル操作に対する転舵輪の転舵動作を制御する操舵制御装置であって、操舵ハンドルの操舵角を検知する検知手段と、転舵輪を転舵駆動する駆動手段と、前記検知手段の検知結果をもとに、操舵角に応じて設定する第1目標制御量と、操舵角速度に応じて設定する第2目標制御量とをもとに、前記駆動手段に対する制御量を設定する設定手段とを備えており、前記設定手段は、車速が低車速域の場合に、中車速域に比べて、前記第2目標制御量を抑制する補正手段を備える車両用操舵制御装置。

【請求項8】 ハンドル操作に対する転舵輪の転舵動作を制御する操舵制御装置であって、操舵ハンドルの操舵角を検知する検知手段と、転舵輪を転舵駆動する駆動手段と、前記検知手段の検知結果をもとに、操舵角に応じて設定する第1目標制御量と、操舵角速度に応じて設定する第2目標制御量とをもとに、前記駆動手段に対する制御量を設定する設定手段とを備えており、前記設定手段は、

低車速域において前記第2目標制御量が取り得る最大値が、中車速域に比べてより小さな値となるように、車速に応じて前記最大値を設定すると共に、設定した前記最大値をもとに、前記第2目標制御量の大きさを制限する補正手段を備える車両用操舵制御装置。

【請求項9】 ハンドル操作に対する転舵輪の転舵動作を制御する操舵制御装置であって、操舵ハンドルの操舵角を検知する検知手段と、転舵輪を転舵駆動する駆動手段と、前記検知手段の検知結果をもとに、操舵角に応じて設定する第1目標制御量と、操舵角速度に応じて設定する第2目標制御量とをもとに、前記駆動手段に対する制御量を設定する設定手段とを備えており、前記設定手段は、路面状態が不良と判断した場合に、前記第2目標制御量を抑制する補正手段を備える車両用操舵制御装置。

【請求項10】 ハンドル操作に対する転舵輪の転舵動作を制御する操舵制御装置であって、操舵ハンドルの操舵角を検知する検知手段と、転舵輪を転舵駆動する駆動手段と、前記検知手段の検知結果をもとに、操舵角に応じて設定する第1目標制御量と、操舵角速度に応じて設定する第2目標制御量とをもとに、前記駆動手段に対する制御量を設定する設定手段とを備えており、前記設定手段は、フラッタ振動の発生を検知した場合に、前記第2目標制御量を抑制する補正手段を備える車両用操舵制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ハンドル操作に対する転舵輪の転舵動作を制御する車両用操舵制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】操舵ハンドルの操舵速度が大の場合には、運転者がより早く車両を回頭させたい状況であり、このような要求に応じた操舵制御装置の一例が例えば特開昭48-94122号に開示されている。この操舵制御装置では、操舵ハンドルの操舵角速度の $n$ 乗に比例する制御量をアクチュエータに与えて、転舵輪の転舵角を制御することで、車両の応答性を高めている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】このようないわゆる微分ステア制御を採用した場合、操舵角速度が増加すると、これに応じて微分ステア制御に応じた制御量も増加することとなり、この増加した制御量に応じてアクチュエータが駆動される。従って、操舵ハンドルを、細かく、かつ、素早く、振動的に往復動させるような操作を行った場合などに、操舵角速度に応じた制御量の影響を受けて、通常の制御時に比べてアクチュエータがより動作する傾向となり、その反力が操舵ハンドル側に伝達さ

れ、運転者に操舵違和感を与えるおそれがあった。このような現象は、外乱によって操舵角速度の変化が激しい悪路走行時や、フラッタ振動の発生時などにも、同様に起こり得る。

【0004】本発明はこのような課題を解決すべく考えられたものであり、その目的は、微分ステア制御に伴ってアクチュエータが駆動されることで、運転者に与え得る操舵違和感を低減する車両用操舵制御装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項1にかかる車両用操舵制御装置は、ハンドル操作に対する転舵輪の転舵動作を制御する操舵制御装置であって、操舵ハンドルの操舵角を検知する検知手段と、転舵輪を転舵駆動する駆動手段と、検知手段の検知結果をもとに、操舵角に応じて設定する第1目標制御量と、操舵角速度に応じて設定する第2目標制御量とをもとに、駆動手段に対する制御量を設定する設定手段とを備えており、設定手段は、操舵角速度の変化状態に応じて、第2目標制御量を抑制する補正手段を備えて構成する。

【0006】操舵状態として、例えば微小舵角範囲内で繰り返し操作を頻繁に行った場合などには、操舵角速度が増加した場合であっても、補正手段によって第2目標制御量が抑制されるため、微分ステア制御に伴う制御量の増加が抑えられる。これにより、操舵ハンドルの切り返し時に操舵ハンドル側に伝達されていた、駆動手段の動作にともなう反力が低減される。

【0007】請求項2にかかる車両用操舵制御装置は、請求項1の車両用操舵制御装置において、補正手段は、操舵周波数が所定周波数以上となった場合に、第2目標制御量を抑制する。

【0008】操舵周波数が増加するような状況下では、操舵ハンドルを、細かく、かつ、素早く、振動的に往復動させるような操作が想定されるため、このような場合に、操舵角速度に応じて設定される第2目標制御量を抑制させ、微分ステア制御に伴う制御量の増加を抑える。

【0009】なお、「操舵周波数が所定周波数以上となった場合」は、「操舵方向が反転する時間間隔が所定のしきい値より低下した場合」、「所定時間内に操舵方向が反転した回数が所定のしきい値より増加した場合」、などと実質的に同一の判断条件であるため、これらの判断条件も含むものとする。

【0010】請求項3にかかる車両用操舵制御装置は、請求項1の車両用操舵制御装置において、補正手段は、操舵周波数が所定周波数以上となった場合に、第2目標制御量を零に設定する。

【0011】操舵周波数が所定周波数以上となった場合には、第2目標制御量を零に設定してもよく、この処理により、操舵角速度が増大した場合には、実質的に微分ステア制御が禁止される。

【0012】請求項4にかかる車両用操舵制御装置は、請求項1の車両用操舵制御装置において、補正手段は、第2目標制御量が増加し得る変化率を規定しており、設定手段によって設定される第2目標制御量がこの変化率を超える場合には、この変化率で制限された制御量を第2目標制御量として設定する。

【0013】補正手段によって、第2目標制御量の変化率に制限を加えることで、操舵角速度が大きく変化した場合にも、第2目標制御量の変化を抑制することができる。

【0014】請求項5にかかる車両用操舵制御装置は、請求項4の車両用操舵制御装置において、補正手段は、設定手段で設定される第2目標制御量が大いほど、変化率が小さくなるように、この変化率を可変設定する。

【0015】補正手段によって、第2目標制御量が大いほど、変化率が小さくなるように設定することで、第2目標制御量によって奏される微分ステア制御の効果を、より速やかに抑制させることができる。

【0016】請求項6にかかる車両用操舵制御装置は、請求項1の車両用操舵制御装置において、補正手段は、操舵角加速度が所定値以上となった場合に、第2目標制御量を抑制する。

【0017】路面凹凸等の影響によって車両走行中に操舵ハンドルが動かされる場合がある。このような車両走行中の外乱に起因した、運転者にとって不意の操舵入力は、一般に操舵角の変化範囲は小さいものの、その間に操舵角速度が大きく変化する状態となる。設定手段では、操舵角速度に応じた第2目標制御量を設定するので、第1目標制御量のみを設定する場合に比べ、このような車両走行中の外乱による影響が大きく現れてしまい、不要に駆動手段が駆動される結果、駆動手段からの反力が増加し、運転者に与える操舵違和感が大きくなるおそれがある。そこで、操舵角速度の変化が所定値以上となった場合、すなわち操舵角加速度が所定値以上となった場合には、補正手段によって、操舵角速度に応じて設定される第2目標制御量を抑制させ、第2目標制御量に起因した駆動手段の不要な動作分を抑制する。

【0018】請求項7にかかる車両用操舵制御装置は、ハンドル操作に対する転舵輪の転舵動作を制御する操舵制御装置であって、操舵ハンドルの操舵角を検知する検知手段と、転舵輪を転舵駆動する駆動手段と、検知手段の検知結果をもとに、操舵角に応じて設定する第1目標制御量と、操舵角速度に応じて設定する第2目標制御量とをもとに、駆動手段に対する制御量を設定する設定手段とを備えており、設定手段は、車速が低車速域の場合に、中車速域に比べて、第2目標制御量を抑制する補正手段を備えて構成する。

【0019】低車速域における車両の回頭性・応答性を高めるべく、操舵状態に応じた制御量を増加させるような制御処理を採用すると、この影響で特に停止車速付近

では、駆動手段の動作に起因して駆動手段から操舵ハンドル側へ伝達される反力が増加し、また同時に、操舵ハンドルが振動的に駆動され易くなり、微分ステア制御に伴ってさらに第2目標制御量を設定することで、この傾向が助長される。一方、第2目標制御量によって奏される車両応答性の向上は特に中車速域で重視される。そこで、補正手段において、低車速域では、操舵角速度に応じて設定される第2目標制御量を抑制させて、駆動手段から操舵ハンドル側へ伝達される反力を抑制すると共に、操舵ハンドルが振動的に駆動される現象を助長するような作用が抑制され、さらに、中車速域では、第2目標制御量によって奏される微分ステア制御の効果を十分に発揮させる。

【0020】請求項8にかかる車両用操舵制御装置は、ハンドル操作に対する転舵輪の転舵動作を制御する操舵制御装置であって、操舵ハンドルの操舵角を検知する検知手段と、転舵輪を転舵駆動する駆動手段と、検知手段の検知結果をもとに、操舵角に応じて設定する第1目標制御量と、操舵角速度に応じて設定する第2目標制御量とをもとに、駆動手段に対する制御量を設定する設定手段とを備えており、設定手段は、低車速域において第2目標制御量が取り得る最大値が、中車速域に比べてより小さな値となるように、車速に応じて最大値を設定すると共に、設定した最大値をもとに、設定手段で設定された第2目標制御量の大きさを制限する補正手段を備えて構成する。

【0021】このような補正手段を備えることで、低車速域では、操舵角速度に応じて設定される第2目標制御量をより速やかに抑制させて、駆動手段から操舵ハンドル側へ伝達される反力を抑制すると共に、操舵ハンドルが振動的に駆動される現象を抑え、また、中車速域では、第2目標制御量によって奏される微分ステア制御の効果が十分に発揮される。

【0022】請求項9にかかる車両用操舵制御装置は、ハンドル操作に対する転舵輪の転舵動作を制御する操舵制御装置であって、操舵ハンドルの操舵角を検知する検知手段と、転舵輪を転舵駆動する駆動手段と、検知手段の検知結果をもとに、操舵角に応じて設定する第1目標制御量と、操舵角速度に応じて設定する第2目標制御量とをもとに、駆動手段に対する制御量を設定する設定手段とを備えており、設定手段は、路面状態が不良と判断した場合に、第2目標制御量を抑制する補正手段を備えて構成する。

【0023】路面状態が不良の場合には、路面から転舵輪に作用する外力が外乱として操舵ハンドルに作用し、操舵角、操舵角速度の変化として検知される。設定手段では、第2目標制御量を設定するので、第1目標制御量のみを設定する場合に比べてこの路面状態による影響がより大きくなり、不要に駆動手段が駆動され、駆動手段からの反力が増加し、運転者に与える操舵違和感をより

大きくするおそれがある。そこで、路面状態が不良と判断した場合に、補正手段によって操舵角速度に応じて設定される第2目標制御量を抑制させ、第2目標制御量に起因した駆動手段の不要な動作分を抑制することで、操舵ハンドル側に伝達されていた、駆動手段の動作にともなう反力を低減させる。

【0024】請求項10にかかる車両用操舵制御装置は、ハンドル操作に対する転舵輪の転舵動作を制御する操舵制御装置であって、操舵ハンドルの操舵角を検知する検知手段と、転舵輪を転舵駆動する駆動手段と、検知手段の検知結果をもとに、操舵角に応じて設定する第1目標制御量と、操舵角速度に応じて設定する第2目標制御量とをもとに、駆動手段に対する制御量を設定する設定手段とを備えており、設定手段は、フラッタ振動の発生を検知した場合に、第2目標制御量を抑制する補正手段を備えて構成する。

【0025】フラッタ振動が発生すると、操舵角、操舵角速度の変化として検知される。設定手段では、第2目標制御量を設定するので、第1目標制御量のみを設定する場合に比べてこのフラッタ振動による影響がより大きくなり、不要に駆動手段が駆動させ、運転者に与える操舵違和感をより大きくするおそれがある。そこで、フラッタ振動を直接的に検知した場合や、例えば車速などからフラッタ振動が発生しやすい状況を検知した場合に、補正手段によって操舵角速度に応じて設定される第2目標制御量を抑制させ、第2目標制御量に起因した駆動手段の動作分を抑制する。これにより、操舵ハンドル側に伝達されていた、駆動手段の動作にともなう反力を低減させる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の各実施形態につき、添付図面を参照して説明する。

【0027】図1に第1の実施形態にかかる操舵装置の構成を示す。

【0028】入力軸20と出力軸40とは伝達比可変機構30を介して連結されており、入力軸20には操舵ハンドル10が連結されている。出力軸40は、ラックアンドピニオン式のギヤ装置50を介してラック軸51に連結されており、ラック軸51の両側には転舵輪FWが連結されている。

【0029】また、操舵ハンドル10の操舵角が入力軸20の作動角に対応するため、入力軸20には、入力軸20の作動角としての操舵角 $\theta_h$ を検出する操舵角センサ21を設けている。

【0030】伝達比可変機構30は、入力軸20と出力軸40とを連結する所定のギヤ機構を介して連結し、このギヤ機構を、例えばサーボモータで構成するアクチュエータ31で駆動することで、入力軸20-出力軸40間の伝達比を変化させる機構となっている。このアクチュエータ31には、アクチュエータ31の作動角（入力

軸20に対する差動角 $\theta_m$ を検出する作動角センサ32を備えており、検出された作動角 $\theta_m$ は操舵制御装置70に与えられる。

【0031】ここで出力軸40の作動角を出力角 $\theta_p$ とすると、操舵角 $\theta_h$ 、作動角 $\theta_m$ 、出力角 $\theta_p$ の関係を(1)式で示す関係とすると、操舵角 $\theta_h$ 、出力角 $\theta_p$ 、伝達比 $G$ の関係は(2)式で規定されるため、

(1)式及び(2)式より、アクチュエータ31の作動角 $\theta_m$ は(3)式で示すことができる。

【0032】

$$\theta_p = \theta_h + \theta_m \quad \dots (1)$$

$$\theta_p = G \cdot \theta_h \quad \dots (2)$$

$$\theta_m = (G-1) \cdot \theta_h \quad \dots (3)$$

従って(3)式に基づいて、設定された伝達比 $G$ をもとに操舵角 $\theta_h$ に応じてアクチュエータ31の作動角 $\theta_m$ を制御することで、入力軸20-出力軸40間の伝達比制御を行うことができる。なお、出力角 $\theta_p$ は、ラック軸51のストローク位置に対応し、さらにラック軸51のストローク位置は転舵輪FWの転舵角に対応するため、操舵角 $\theta_h$ 及び作動角 $\theta_m$ を検出することで(1)式より出力角 $\theta_p$ を検知することができ、この検知した出力角 $\theta_p$ をもとに転舵輪FWの転舵角が検知可能となっている。

【0033】伝達比可変機構30の駆動制御は操舵制御装置70によって実施される。操舵制御装置70には、操舵角センサ21、作動角センサ32の他、車両の速度を検出する車速センサ60の各検出信号が与えられ、操舵制御装置70はこれらの信号をもとに伝達比 $G$ を設定

$$\theta_{mm} = (G-1) \cdot (\theta_h + \Theta) \quad \dots (4)$$

なお(4)式より、 $\theta_{mm} = (G-1) \cdot \theta_h + (G-1) \cdot \Theta$ となり、この右辺第1項が第1目標制御量であり、右辺第2項が第2目標制御量となる。

【0040】続くS108では、S106で設定された目標作動角 $\theta_{mm}$ と、S102で読み込まれた作動角 $\theta_m$ との角度偏差 $e$ を、 $e = \theta_{mm} - \theta_m$ として設定する。

【0041】続くS110では、オーバーシュートすることなく偏差 $e$ を0にするように、アクチュエータ31を制御する制御信号 $I_s$ を決定する。この処理の一例としては、 $I_s = C(s) \cdot e$ の演算式に基づいて、PID制御のパラメータを適切に設定することにより制御信号 $I_s$ を決定することができる。なお、式中の $(s)$ はラプラス演算子である。

【0042】続くS112では、S110で決定された制御信号 $I_s$ をアクチュエータ31に出力し、制御信号 $I_s$ に応じてアクチュエータ31を駆動する。

【0043】この後、S114において、S102で読み込んだ操舵角 $\theta_h$ を前回操舵角 $\theta_{hold}$ として記憶した後、S116に進み、イグニションスイッチ(IG)がオフ操作されたかを判断し、「No」の場合にはS10

すると共に、伝達比 $G$ 及び操舵角 $\theta_h$ に応じて設定される制御信号 $I_s$ をアクチュエータ31に対して出力する処理を繰り返し、伝達比可変機構30の駆動制御を実施している。

【0034】ここで、操舵制御装置70で実施される制御処理について、図2のフローチャートに沿って説明する。

【0035】このフローチャートはイグニションスイッチのオン操作によって起動する。まず、ステップ(以下、ステップを「S」と記す。)102に進み、操舵角センサ21で検出された操舵角 $\theta_h$ 、作動角センサ32で検出されたアクチュエータ31の作動角 $\theta_m$ 、車速センサ60で検出された車速 $V$ をそれぞれ読み込む。

【0036】続くS104では、図3に示す車速 $V$ と伝達比 $G$ との関係を示すマップから、S102で読み込んだ車速 $V$ をもとにマップ検索し、車速 $V$ に応じた伝達比 $G$ を設定する。

【0037】続くS200では、微分ステア分の制御量を設定するための微分角度 $\Theta$ の設定処理を実行する。なお、微分角度 $\Theta$ は、操舵角速度に対応するアクチュエータ31の目標作動角の増分であり、具体的な設定処理については後に説明する。

【0038】続くS106では、S102で読み込んだ操舵角 $\theta_h$ 、S104で設定した伝達比 $G$ 及びS200で設定した微分角度 $\Theta$ をもとに、下記(4)式よりアクチュエータ31の目標作動角 $\theta_{mm}$ を設定する。

【0039】

2に戻り、S116で「Yes」と判断されるまで、前述したS102以降の処理が繰り返し実行される。

【0044】次に、微分角度 $\Theta$ の設定処理について図4のフローチャートに沿って説明する。

【0045】まずS202では、S102で読み込んだ操舵角 $\theta_h$ と前回のルーチンにおけるS114で記憶した前回操舵角 $\theta_{hold}$ との偏差と、操舵角 $\theta_h$ の検出時間間隔をもとに、操舵角速度 $d\theta_h/dt$ を演算する。なお、操舵角速度 $d\theta_h/dt$ は、操舵角速度を検出するセンサによって直接検出しても良い。

【0046】続くS204では、例えば図5に示すマップをもとに、S202で求めた操舵角速度 $d\theta_h/dt$ に応じた微分値 $\alpha$ を設定する。なお、微分値 $\alpha$ は、 $\alpha = d\theta_h/dt$ として、操舵角速度 $d\theta_h/dt$ の値をそのまま設定しても良い。

【0047】続くS206では、図6に示すマップをもとに、この時点での操舵周波数 $f$ に応じたゲイン $T_s$ を設定し、続くS208では、微分角度 $\Theta$ を $\Theta = T_s \cdot \alpha$ として設定する。

【0048】操舵ハンドル10を細かく、素早く往復動させるほど、操舵周波数 $f$ の値が増加するため、図6の

マップをもとに設定されるゲイン $T_s$ の値がより小さくなる。従って、操舵ハンドル10を細かく、素早く往復動させるほど、操舵角速度 $d\theta h/dt$ に応じて設定される微分角度 $\Theta$ が抑制されるため、微分ステア制御に伴う制御量の増加が抑えられる。この作用により、アクチュエータ31から操舵ハンドル10側に伝達される反力を低減させることができる。

【0049】また、ゲイン $T_s$ は、図7に示すように、操舵周波数 $f$ が所定のしきい値 $f_s$ 未満では一定値とし、しきい値 $f_s$ 以上では $T_s=0$ に設定することもできる。さらに、車速 $V$ に応じて車両の応答性が変化することから、このしきい値 $f_s$ の値も、図8のマップに示すように、車速 $V$ に応じて変化させることも可能である。これは微分ステア制御による車両応答性の向上は、特に中車速域で重視されるためであり、図8に示すように中車速域におけるしきい値 $f_s$ をより高い操舵周波数に設定することで、中車速域において微分ステア制御の効果を必要以上に低減させることが防止できる。

【0050】なお、操舵周波数 $f$ を例に説明したが、操舵周波数 $f$ は、操舵方向が反転する時間間隔（反転周期 $\tau$ ）、或いは、所定時間内に操舵方向が反転した回数（反転回数 $N$ ）などと同様に取り扱うことができる。具体例として、図6のマップに対応して、反転周期 $\tau$ に応じてゲイン $T_s$ を設定する場合のマップを図9に、反転回数 $N$ に応じてゲイン $T_s$ を設定する場合のマップを図10にそれぞれ示しておく。

【0051】第2の実施形態について説明する。

【0052】ゲイン $T_s$ を固定値とした場合には、例えば微分角度 $\Theta$ の変化率に制限を加えることで、第1の実施形態と同様の効果が得られる。この場合の微分角度 $\Theta$ の設定処理（S200）を図11のフローチャートに沿って説明する。

【0053】まず、先に説明した図4のフローチャートにおける、S202、S204及びS208を実施した後、S210に進む。S210では、微分角度 $\Theta$ の補正条件が成立したかを判断する。この補正条件としては、「操舵周波数 $f$ が所定周波数以上であるか」、「反転周期 $\tau$ が所定周期以下であるか」、「一定時間内における反転回数 $N$ が所定回数以上であるか」などをもとに判断する。

【0054】S210で「No」と判断された場合には、通常の操舵状態とみなし、S212に進んで先のS208で設定した微分角度 $\Theta$ をそのまま設定する。

【0055】S210で「Yes」と判断された場合には、S214に進み、S208で設定された微分角度 $\Theta$ と、前回のルーチンで設定された微分角度 $\Theta_{old}$ との偏差 $\Delta\Theta=\Theta-\Theta_{old}$ が、しきい値 $S$ 以上であるかを判断する。

【0056】S214で「No」と判断された場合には、操舵ハンドル10を細かく往復動させるような操舵

状態となっているものの、微分角度 $\Theta$ の変化率が小さいため、先のS212に進み、S208で設定された微分角度 $\Theta$ をそのまま設定する。

【0057】これに対し、S214で「Yes」と判断された場合には、操舵ハンドル10を細かく往復動させ、かつ、操舵角速度 $d\theta h/dt$ の変化が大きい操舵状態であり、この場合にはS216に進んで、前回のルーチンで設定された微分角度 $\Theta_{old}$ に対して所定値 $\beta$ を加算した値を微分角度 $\Theta$ として設定する。

【0058】そして、S212或いはS216を経た後、S218に進み、今回のルーチンで設定した微分角度 $\Theta$ を $\Theta_{old}$ として記憶した後、このルーチンを終了する。

【0059】このような処理により、操舵ハンドル10を細かく、素早く往復動させるようなハンドル操作を行った場合には、微分角度 $\Theta$ の変化分が所定値 $\beta$ に制限されることとなり、この作用により微分ステア制御に伴う制御量の増加が抑制される。

【0060】また、S216における所定値 $\beta$ は、図12に示すように、S208において制限なしに設定される微分角度 $\Theta$ と微分角度 $\Theta_{old}$ との偏差 $\Delta\Theta$ の大きさに応じて設定することもできる。図12では、偏差 $\Delta\Theta$ が大きいほど所定値 $\beta$ の値を小さく設定しており、このように偏差 $\Delta\Theta$ の大きさに応じて所定値 $\beta$ の値を設定することで、所定値 $\beta$ を固定値とした場合に比べて、微分角度 $\Theta$ による作用をより速やかに抑制させることができる。なお、この処理は、所定値 $\beta$ を固定値とし、図13に示すマップをもとに、ゲイン $T_s$ を偏差 $\Delta\Theta$ に応じて可変設定することでも、同様に実施できる。

【0061】第3の実施形態について説明する。

【0062】先の図3に示すように、低車速ほど伝達比 $G$ の値をより大きな値に設定し、操舵状態に応じて設定される目標作動角 $\theta_{mm}$ を増加させることで、車両の回頭性・応答性を高めている。この影響で、特に停止車速付近では、アクチュエータ31から操舵ハンドル10側へ伝達される反力が増加し、また、操舵ハンドル10が振動的に駆動され易い。そして、微分ステア制御に伴ってさらに第2目標制御量が設定されることで、この傾向が助長される。一方、第2目標制御量を設定する微分ステア制御では車両応答性の向上は特に中車速域で重視される。そこで、これらの点を考慮して、先のS200で実施する微分角度 $\Theta$ の設定処理例を図14のフローチャートに沿って説明する。

【0063】まず、先に説明したS202、S204と同様に、S222、S224を実施した後、S226に進み、図15に示すマップをもとに、S102で読み込まれた車速 $V$ に応じたゲイン $T_s$ を設定する。そして、続くS228では、S224で設定された微分値 $\alpha$ と、S226で設定されたゲイン $T_s$ とを用いて、微分角度 $\Theta$ を $\Theta=T_s \cdot \alpha$ として設定する。



【0064】図15に示すマップでは、低車速域、高車速域でのゲイン $T_s$ が、中車速域に比べて小さな値に設定され、特に車速 $V=0$ 付近ではゲイン $T_s$ が十分に小さな値となり、設定される微分角度 $\Theta$ の大きさが抑制される。このため、微分角度 $\Theta$ を設定することでアクチュエータ31から操舵ハンドル10側へ伝達される反力を十分に抑制することができ、また、停止車速付近で操舵ハンドル10が振動的に駆動される現象を助長するような作用が抑えられる。そして、中車速域では、微分ステア制御の効果を十分に発揮させることができる。

【0065】また、ゲイン $T_s$ を固定値とした場合には、微分値 $\alpha$ が取り得る最大値を規定し、この最大値を図16に示すように車速 $V$ に応じて変化させることで、同様な効果が発揮される。この場合、先の図5に示したマップは図17で示すようになり、車速 $V$ に応じてマップが切り替わることになる。この場合、低車速では微分値 $\alpha$ の値が二点鎖線で示す最大値に制限され、車速 $V$ の増加に伴って一点鎖線で示す最大値まで増加し、中車速域では実線で示す最大値まで増加する。さらに車速 $V$ が高車速となるに連れて、微分値 $\alpha$ の最大値は、一点鎖線から二点鎖線で示す範囲に次第に制限されることになる。

【0066】第4の実施形態について説明する。

【0067】路面状態が不良の場合には、路面から転舵輪FWに作用する外力（外部入力）が外乱として操舵ハンドル10に作用し、操舵角 $\theta_h$ 、操舵角速度 $d\theta_h/dt$ の変化として検知される。微分ステア制御では、操舵角速度 $d\theta_h/dt$ に応じた微分角度 $\Theta$ を設定するので、操舵角 $\theta_h$ のみに基づいて目標作動角 $\theta_{mm}$ を設定する場合に比べてこの路面状態による影響がより大きくなり、不要にアクチュエータ31が駆動され、アクチュエータ31の動作による反力が増加するなどによって、運転者に与える操舵違和感をより大きくするおそれがある。そこで、この点を考慮して、先に説明した図2のフローチャートにおいて、図18に示す処理を追加する。すなわち、S104を実施した後に、S300で示す路面状態判定処理を実施し、その結果、路面状態が良と判断された場合には、S200に進んで前述したような微分角度 $\Theta$ の設定処理に移行する。そして、S300で路面状態が不良と判断された場合には、S302に進んで微分角度 $\Theta=0$ に設定し、この後S106の処理に進む。

【0068】このように、S300において路面状態が不良と判断される間は、微分角度 $\Theta=0$ に設定されるため、実質的に微分ステア制御が禁止されることとなる。これにより、路面状態が不良と判断される状況下では、微分角度 $\Theta$ が設定されることに伴う、アクチュエータ31の不要な動作を抑制させることができる。

【0069】なお、路面状態が不良と判断された場合に、微分角度 $\Theta=0$ に設定する場合を例示したが、この

例に限定するものではなく、例えば路面状態の不良程度が大きいほど、微分角度 $\Theta$ の値をより小さく設定してもよい。

【0070】また、路面状態の判定手法は特に限定するものではなく、例えば（a）4輪の各車輪速度を検出し、各車輪速度のばらつき程度が大である場合、（b）操舵ハンドル10の保舵時にアクチュエータ31の作動角 $\theta_m$ が振動的に変化する場合、（c）車高の変化幅又は車高の変化速度が大の場合、（d）車両に作用する上下方向の加速度が大の場合などに、路面状態が不良であると判断し、該当しない場合には路面状態が良であると判断する。

【0071】第5の実施形態について説明する。

【0072】第4の実施形態で説明したように、路面凹凸等の影響によって路面から転舵輪FWに作用する外力が、操舵ハンドル10に作用する場合がある。このような外乱となるような、運転者にとって不意の操舵入力、一般に、操舵角 $\theta_h$ の変化範囲は小さく、操舵角加速度 $d^2\theta_h/dt^2$ が大きな値を示す（操舵角速度 $d\theta_h/dt$ の変化が大きい）特性を有している。前述したように、微分ステア制御では、操舵角速度 $d\theta_h/dt$ に応じた微分角度 $\Theta$ を設定するので、操舵角 $\theta_h$ のみに基づいて目標作動角 $\theta_{mm}$ を設定する場合に比べてこの外乱による影響が大きくなり、不要にアクチュエータ31が駆動されてしまう。そこで、この点を考慮して、先に説明した図2のフローチャートにおけるS200として、図19に示す処理を実行する。

【0073】図19において、まずS232では、操舵角速度 $d\theta_h/dt$ を演算する。例えば、S102で読み込んだ操舵角 $\theta_h$ と前回のルーチンにおけるS114で記憶した前回操舵角 $\theta_{hold}$ との偏差、及び、操舵角 $\theta_h$ の検出時間間隔をもとに操舵角速度 $d\theta_h/dt$ を算出する。

【0074】続くS234では、図20に示すマップをもとに、S102で読み込んだ車速 $V$ に応じたゲイン $T_s$ を設定する。

【0075】続くS236では、操舵角速度 $d\theta_h/dt$ の変化状態を示す操舵角加速度 $d^2\theta_h/dt^2$ を演算する。この場合、例えば、今回のルーチンにおけるS232で求めた操舵角速度 $d\theta_h/dt$ と、前回のルーチンにおけるS232で求めた操舵角速度 $d\theta_h/dt$ との偏差、及びこの間の時間間隔をもとに、操舵角加速度 $d^2\theta_h/dt^2$ を求める。

【0076】続くS238では、図21に示すマップをもとに、S236で求めた操舵角加速度 $d^2\theta_h/dt^2$ に応じたゲイン係数 $\gamma$ を設定する。図21のマップは、操舵角加速度 $d^2\theta_h/dt^2$ が予め規定した所定値 $g_{th}$ 以上となると、操舵角加速度 $d^2\theta_h/dt^2$ の増加と共に、ゲイン係数 $\gamma$ が減少傾向となるように規定しており、この所定値 $g_{th}$ の値は、路面凹凸等の外乱によっ



て生じ得る操舵角加速度 $d^2\theta h/dt^2$ のしきい値として予め規定した値である。

【0077】そして続くS240では、微分角度 $\Theta$ を $\Theta = \gamma \cdot Ts \cdot d\theta h/dt$ として設定する。

【0078】従って、路面凹凸等の外乱の影響により、操舵角速度 $d\theta h/dt$ が大きく変化した場合にも、操舵角加速度 $d^2\theta h/dt^2$ の増加と共にゲイン係数 $\gamma$ がより小さな値に設定されるため、外乱の影響による微分角度 $\Theta$ の増加を抑制することができる。

【0079】第6の実施形態について説明する。

【0080】操舵ハンドル10が周方向に振動するフラッタ振動が発生すると、操舵角 $\theta h$ 、操舵角速度 $d\theta h/dt$ の変化として検知され、微分ステア制御では、操舵角速度 $d\theta h/dt$ に応じた微分角度 $\Theta$ を設定するので、操舵角 $\theta h$ のみに基づいて目標作動角 $\theta mm$ を設定する場合に比べてこのフラッタ振動による影響がより大きくなり、不要にアクチュエータ31が駆動され、アクチュエータ31の動作による反力が増加するなどによって、運転者に与える操舵違和感をより大きくするおそれがある。また、フラッタ振動は所定の車速Vで発生し易くなり、発生し易い車速Vは車両に応じて決まる。

【0081】そこで、例えば先に説明した図14のフローチャートにおけるS228では、図22に示すマップをもとに車速Vに応じたゲインTsを設定する。図22のマップは、フラッタ振動が発生し易い車速Vの付近では、設定されるゲインTsの値が減少するように規定しており、これにより、設定される微分角度 $\Theta$ の値が抑制されるため、フラッタ振動による影響で設定される微分角度 $\Theta$ を抑制でき、フラッタ振動が発生ししやすい状況下では、微分角度 $\Theta$ が設定されることに伴う、アクチュエータ31の不要な動作を抑制させることができる。

【0082】また、発生したフラッタ振動を検出し、その結果に応じてゲインTsを設定することもできる。例えば、フラッタ振動が発生しつつある状況では、検出される操舵ハンドル10の操舵角 $\theta h$ も振動的に変化するため、例えば図23に示すマップをもとに、操舵角 $\theta h$ の振動周波数に応じてゲインTsを設定する。図23のマップでは、操舵角 $\theta h$ の振動周波数が増加し、フラッタ振動の振動周波数に近づくに連れてゲインTsの値が小さくなるように規定している。

【0083】また、フラッタ振動によって操舵角 $\theta h$ が振動する状況では、アクチュエータ31も同様に振動的に回転するため、操舵角 $\theta h$ に代えて、アクチュエータ31の作動角 $\theta m$ の振動周波数に応じてゲインTsを設定することもできる。さらにフラッタ振動によって操舵角 $\theta h$ が振動する状況では、操舵トルクも同様に振動的に変化する状態となるため、トルクセンサで検出した操舵トルクの振動周波数に応じてゲインTsを設定することもできる。

【0084】以上説明した各実施形態では、ゲインT

s、微分値 $\alpha$ 、微分角度 $\Theta$ の変化を抑制させる処理、すなわち目標作動角 $\theta mm$ の変化を抑制する処理について説明したが、図2のフローチャートを例にすると、S108で設定する、目標作動角 $\theta mm$ と作動角 $\theta m$ との偏差eに着目し、この偏差eの変化を抑制する処理として実施することも可能であるが、各実施形態で説明した処理と実質的に同様な処理となるため、説明は省略する。

【0085】

【発明の効果】請求項1にかかる車両用操舵制御装置によれば、操舵角速度の変化状態に応じて、操舵角速度に応じて設定される第2目標制御量を抑制する補正手段を備えるので、繰り返し操作を頻繁に行った場合などには、操舵角速度が増加しても第2目標制御量の増加が抑制されるため、微分ステア制御に伴う制御量の増加が抑えられ、操舵ハンドルの繰り返し時に操舵ハンドル側に伝達されていた、駆動手段の動作に伴う反力を抑制させ、運転者に与え得る操舵違和感を低減することが可能となる。

【0086】請求項7にかかる車両用操舵制御装置によれば、車速が低車速域の場合に、中車速域に比べて、操舵角速度に応じて設定される第2目標制御量を抑制する補正手段を備えるので、低車速域では、操舵角速度に応じて設定される第2目標制御量を抑制させて、駆動手段から操舵ハンドル側へ伝達される反力を抑制すると共に、操舵ハンドルが振動的に駆動される現象を助長するような作用が抑制され、さらに、中車速域では、第2目標制御量によって奏される微分ステア制御の効果を十分に発揮させることが可能となる。

【0087】請求項8にかかる車両用操舵制御装置によれば、低車速域において第2目標制御量が取り得る最大値が、中車速域に比べてより小さな値となるように、車速に応じて最大値を設定すると共に、設定した最大値をもとに、設定手段で設定された第2目標制御量の大きさを制限する補正手段を備えるので、請求項6の補正手段に比べ、第2目標制御量をより速やかに抑制させることができる。

【0088】請求項9にかかる車両用操舵制御装置によれば、路面状態が不良と判断した場合に、操舵角速度に応じて設定される第2目標制御量を抑制する補正手段を備えるので、路面状態が不良の場合には、第2目標制御量に起因した駆動手段の不要な動作分を抑制させることが可能となり、これにより、操舵ハンドル側に伝達されていた、駆動手段の動作にともなう反力を低減させることができる。

【0089】請求項10にかかる車両用操舵制御装置によれば、フラッタ振動の発生を検知した場合に、操舵角速度に応じて設定される第2目標制御量を抑制する補正手段を備えるので、フラッタ振動が発生しやすい状況を検知した場合に、補正手段によって操舵角速度に応じて設定される第2目標制御量を抑制させ、第2目標制御量

に起因した駆動手段の動作分を抑制することが可能となり、これにより、操舵ハンドル側に伝達されていた、駆動手段の動作にともなう反力を低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】各実施形態にかかる操舵装置の構成を示すブロック図である。

【図2】第1の実施形態にかかる操舵制御装置で実行される処理を示すフローチャートである。

【図3】車速 $V$ と伝達比 $G$ との関係を規定したマップである。

【図4】微分角度 $\Theta$ の設定処理を示すフローチャートである。

【図5】操舵角速度 $d\theta h/dt$ と微分値 $\alpha$ との関係を規定したマップである。

【図6】操舵周波数 $f$ とゲイン $T_s$ との関係を規定したマップである。

【図7】操舵周波数 $f$ とゲイン $T_s$ との関係を規定したマップである。

【図8】ゲイン $T_s = 0$ に設定する操舵周波数 $f$ のしきい値 $f_s$ と車速 $V$ との関係を規定したマップである。

【図9】操舵方向の反転周期 $\tau$ とゲイン $T_s$ との関係を規定したマップである。

【図10】操舵方向の反転回数 $N$ とゲイン $T_s$ との関係を規定したマップである。

【図11】第2の実施形態にかかる微分角度 $\Theta$ の設定処理を示すフローチャートである。

【図12】図11における偏差 $\Delta\Theta$ と所定値 $\beta$ との関係を規定したマップである。

【図13】図11における偏差 $\Delta\Theta$ とゲイン $T_s$ との関係を規定したマップである。

【図14】第4の実施形態にかかる微分角度 $\Theta$ の設定処理を示すフローチャートである。

【図15】図14における車速 $V$ とゲイン $T_s$ との関係を規定したマップである。

【図16】車速 $V$ と微分値 $\alpha$ の最大値との関係を規定したマップである。

【図17】図16に応じて微分値 $\alpha$ の最大値を可変設定した場合における、操舵角速度 $d\theta h/dt$ と微分値 $\alpha$ との関係を示すマップである。

【図18】第4の実施形態にかかる処理につき、図2のフローチャートの追加分となる処理を示す図である。

【図19】第5の実施形態にかかる微分角度 $\Theta$ の設定処理を示すフローチャートである。

【図20】車速 $V$ とゲイン $T_s$ との関係を規定したマップである。

【図21】操舵角加速度 $d^2\theta h/dt^2$ とゲイン係数 $\gamma$ との関係を規定したマップである。

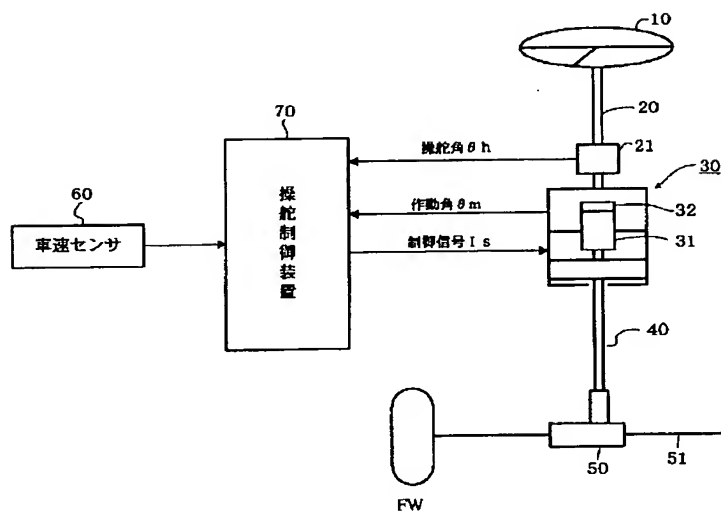
【図22】第6の実施形態にかかる車速 $V$ とゲイン $T_s$ との関係を規定したマップである。

【図23】第6の実施形態にかかる操舵角 $\theta h$ の振動周波数とゲイン $T_s$ との関係を規定したマップである。

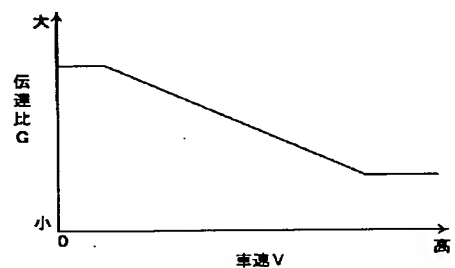
【符号の説明】

10…操舵ハンドル、21…操舵角センサ、30…伝達比可変機構、31…アクチュエータ、32…作動角センサ、60…車速センサ  
70…操舵制御装置

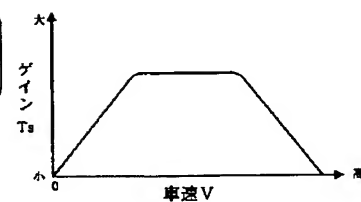
【図1】



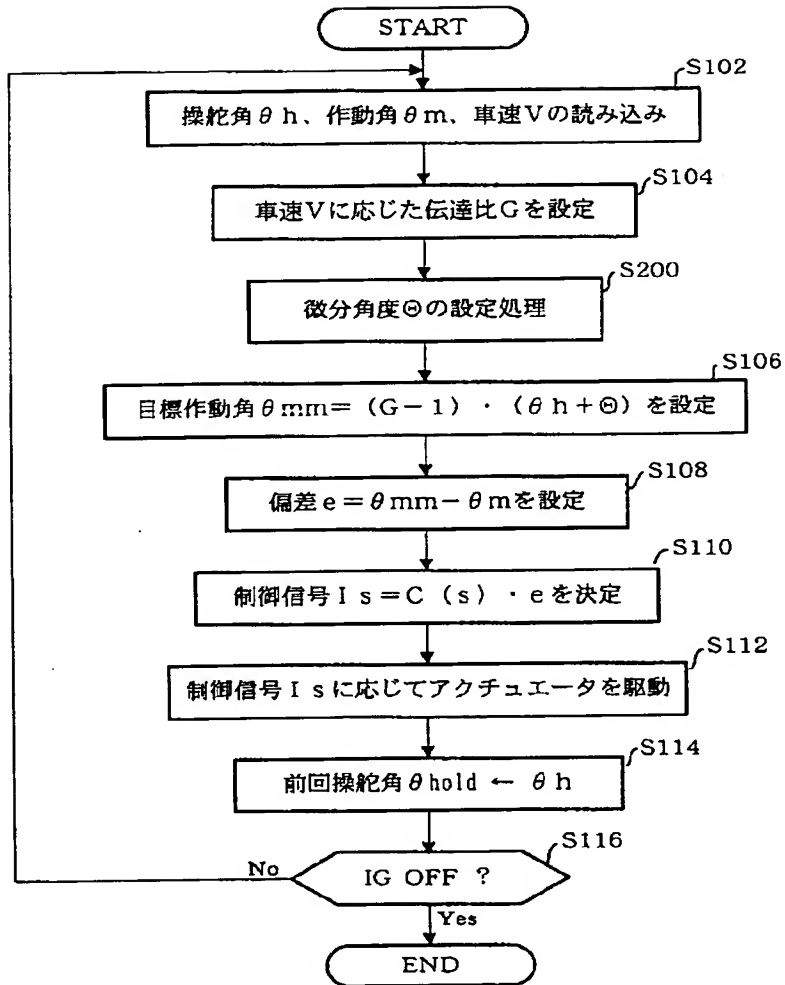
【図3】



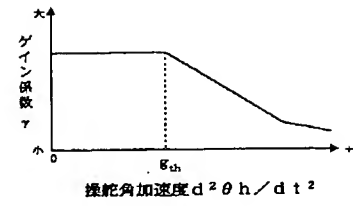
【図15】



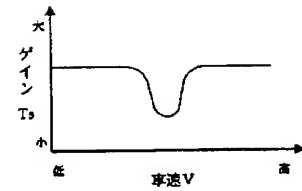
【図2】



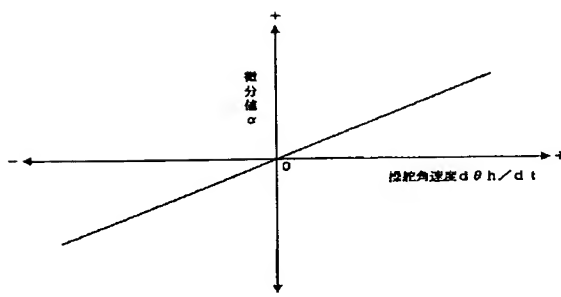
【図21】



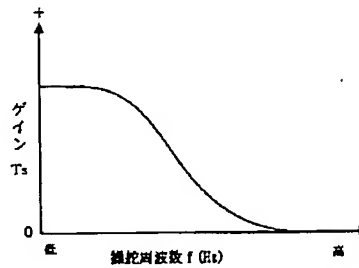
【図22】



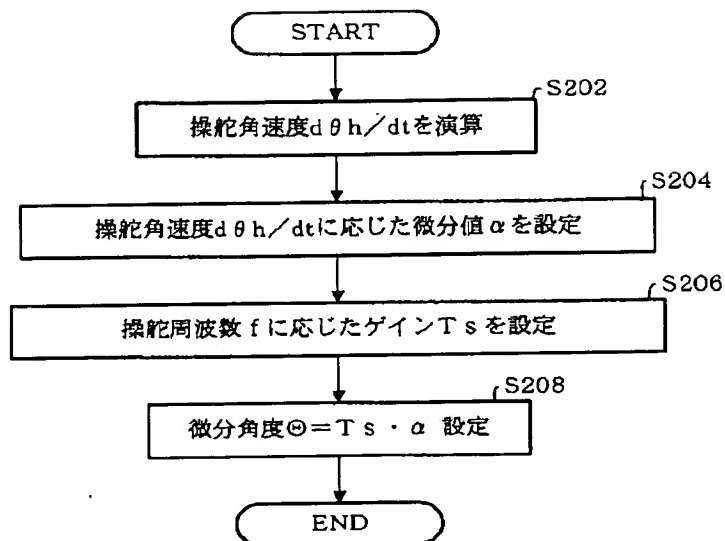
【図5】



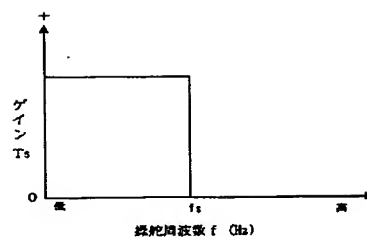
【図6】



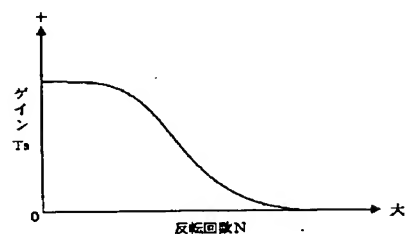
【図4】



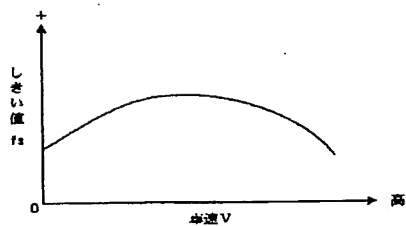
【図7】



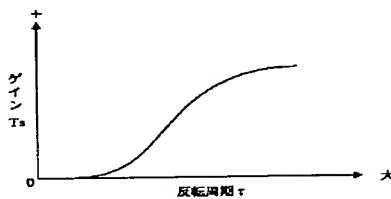
【図10】



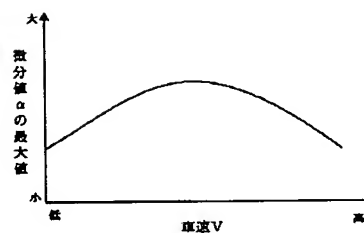
【図8】



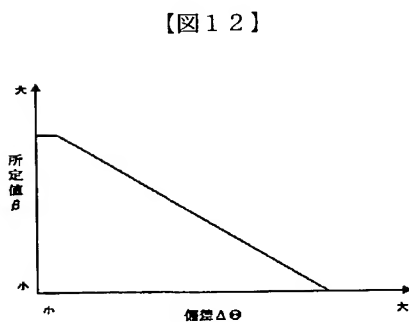
【図9】



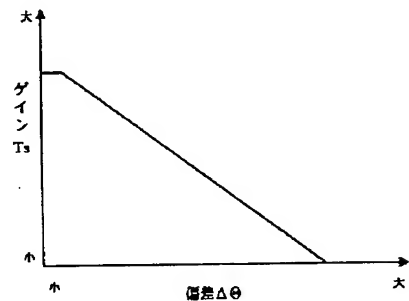
【図16】



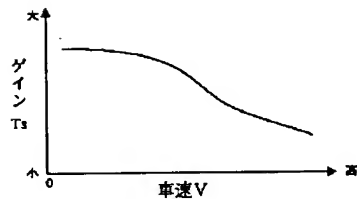
【図13】



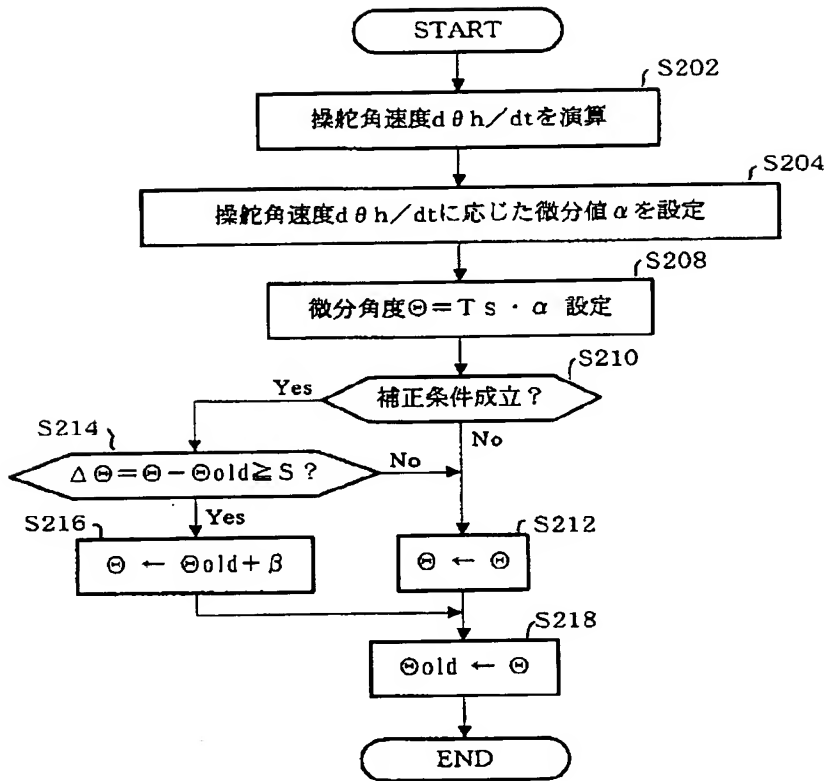
【図20】



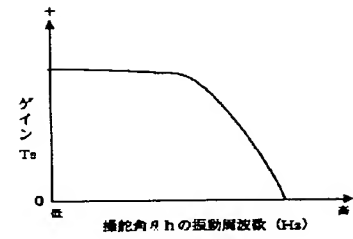
【図12】



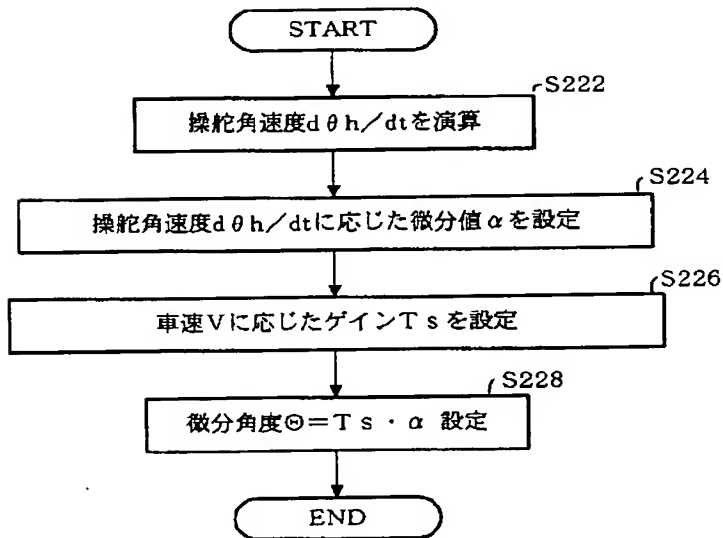
【図11】



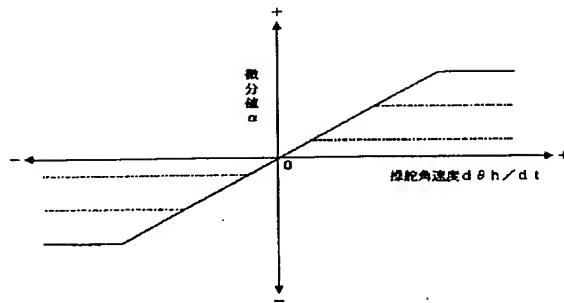
【図23】



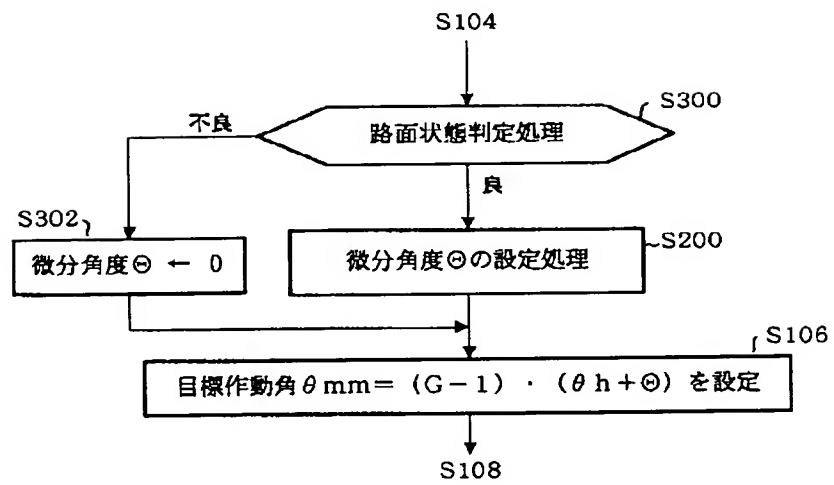
【図14】



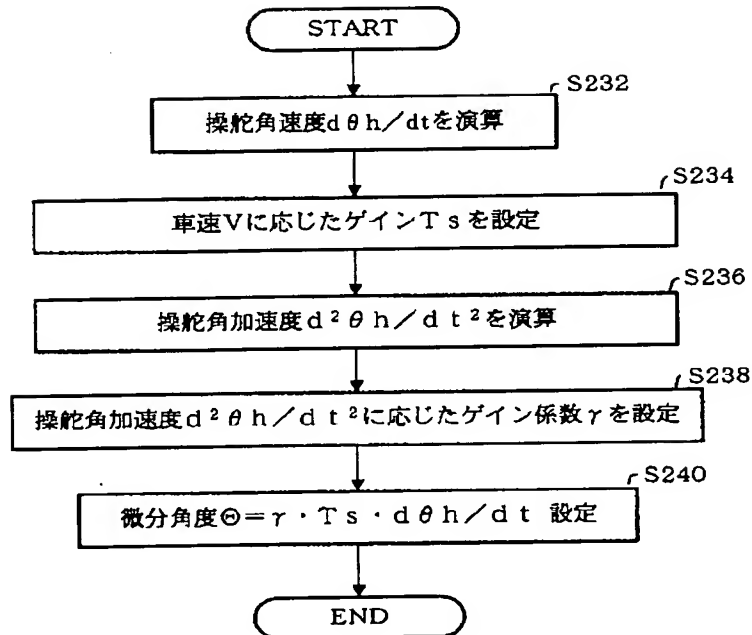
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72) 発明者 松田 守弘  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 中津 慎利  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3D032 CC08 CC12 DA03 DA04 DA09  
DA13 DA23 DA24 DA82 DB02  
DB03 DB05 DC01 DC02 DC03  
DC08 DC09 DC33 DC40 DD02  
DD06 EA01 EB05 EB11 EC31  
GG01



\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The steering control unit which controls \*\*\*\* operation of \*\*\*\*\* to handle operation characterized by providing the following. A detection means to detect the steering angle of a steering handle. Driving means which carry out the \*\*\*\* drive of the \*\*\*\*\*. The 1st target controlled variable set up based on the detection result of the aforementioned detection means according to a steering angle. It is an amendment means by which have a setting means to set up the controlled variable to the aforementioned driving means, based on the 2nd target controlled variable set up according to steering angular velocity, and the aforementioned setting means suppresses the aforementioned 2nd target controlled variable according to the change state of steering angular velocity.

[Claim 2] The aforementioned amendment means is a steering control unit for vehicles according to claim 1 which suppresses the aforementioned 2nd target controlled variable when steering frequency turns into more than predetermined frequency.

[Claim 3] The aforementioned amendment means is a steering control unit for vehicles according to claim 1 which sets the aforementioned 2nd target controlled variable as zero when steering frequency turns into more than predetermined frequency.

[Claim 4] The aforementioned amendment means is a steering control unit for vehicles according to claim 1 which sets up the controlled variable restricted by this rate of change as the 2nd target controlled variable when the 2nd target controlled variable which has specified the rate of change from which the aforementioned 2nd target controlled variable may change, and is set up by the aforementioned setting means exceeds this rate of change.

[Claim 5] The aforementioned amendment means is a steering control unit for vehicles according to claim 4 which carries out an adjustable setup of this rate of change so that the 2nd target controlled variable set up with the aforementioned setting means is large, and the aforementioned rate of change may become small.

[Claim 6] The aforementioned amendment means is a steering control unit for vehicles according to claim 1 which suppresses the aforementioned 2nd target controlled variable when steering angular acceleration becomes beyond a predetermined value.

[Claim 7] The steering control unit which controls \*\*\*\* operation of \*\*\*\*\* to handle operation characterized by providing the following. A detection means to detect the steering angle of a steering handle. Driving means which carry out the \*\*\*\* drive of the \*\*\*\*\*. The 1st target controlled variable set up based on the detection result of the aforementioned detection means according to a steering angle. The aforementioned setting means is an amendment means to suppress the aforementioned 2nd target controlled variable compared with an inside vehicle speed region when it has a setting means to set up the controlled variable to the aforementioned driving means, based on the 2nd target controlled variable set up according to steering angular velocity and the vehicle speed is a low vehicle speed region.

[Claim 8] The steering control unit which controls \*\*\*\* operation of \*\*\*\*\* to handle operation characterized by providing the following. A detection means to detect the steering angle of a steering handle. Driving means which carry out the \*\*\*\* drive of the \*\*\*\*\*. The 1st target controlled variable

set up based on the detection result of the aforementioned detection means according to a steering angle. Based on the 2nd target controlled variable set up according to steering angular velocity, it has a setting means to set up the controlled variable to the aforementioned driving means. the aforementioned setting means An amendment means to restrict the size of the aforementioned 2nd target controlled variable based on the set-up aforementioned maximum while the maximum which the aforementioned 2nd target controlled variable can take in a low vehicle speed region sets up the aforementioned maximum according to the vehicle speed so that it may become a smaller value compared with an inside vehicle speed region.

[Claim 9] The steering control unit which controls \*\*\*\* operation of \*\*\*\*\* to handle operation characterized by providing the following. A detection means to detect the steering angle of a steering handle. Driving means which carry out the \*\*\*\* drive of the \*\*\*\*\*. The 1st target controlled variable set up based on the detection result of the aforementioned detection means according to a steering angle. It is an amendment means to suppress the aforementioned 2nd target controlled variable when it has a setting means to set up the controlled variable to the aforementioned driving means, based on the 2nd target controlled variable set up according to steering angular velocity and it is judged that the aforementioned setting means has a poor road surface state.

[Claim 10] The steering control unit which controls \*\*\*\* operation of \*\*\*\*\* to handle operation characterized by providing the following. A detection means to detect the steering angle of a steering handle. Driving means which carry out the \*\*\*\* drive of the \*\*\*\*\*. The 1st target controlled variable set up based on the detection result of the aforementioned detection means according to a steering angle. It is an amendment means to be equipped with a setting means to set up the controlled variable to the aforementioned driving means, based on the 2nd target controlled variable set up according to steering angular velocity, and to suppress the aforementioned 2nd target controlled variable when the aforementioned setting means detects generating of flutter vibration.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the steering control unit for vehicles which controls \*\*\*\* operation of \*\*\*\*\* to handle operation.

[0002]

[Description of the Prior Art] The steering speed of a steering handle is the situation to which swinging of the vehicles is carried out [ operator ] more early in an adult case, and an example of the steering control unit according to such a demand is indicated by JP,48-94122,A. The responsibility of vehicles is raised by giving the controlled variable proportional to the n-th power of the steering angular velocity of a steering handle to an actuator, and controlling \*\*\*\*\* of \*\*\*\*\* by this steering control unit.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] If steering angular velocity increases when such the so-called differential steer control is adopted, according to this, the controlled variable according to differential steer control will also increase, and an actuator will drive according to this controlled variable that increased. Therefore, when operation in which a steering handle is made to reciprocate quickly and in vibration finely was performed, in response to the influence of a controlled variable according to steering angular velocity, the actuator became the inclination to operate more, compared with the time of the usual control, the reaction force was transmitted to the steering handle side, and there was a possibility of giving an operator steering sense of incongruity. Such a phenomenon may happen similarly by disturbance at the time of the bad road run with a sharp change of steering angular velocity, and generating of flutter vibration etc.

[0004] this invention is made that such a technical problem should be solved, and the purpose is that an actuator drives with differential steer control, and is to offer the steering control unit for vehicles which reduces the steering sense of incongruity which can be given to an operator.

[0005]

[Means for Solving the Problem] A detection means for the steering control unit for vehicles concerning a claim 1 to be a steering control unit which controls \*\*\*\* operation of \*\*\*\*\* to handle operation, and to detect the steering angle of a steering handle, The 1st target controlled variable which sets up \*\*\*\*\* according to a steering angle based on the detection result of the driving means which carry out a \*\*\*\* drive, and a detection means, Based on the 2nd target controlled variable set up according to steering angular velocity, it has a setting means to set up the controlled variable to driving means, and a setting means equips with and constitutes an amendment means to suppress the 2nd target controlled variable, according to the change state of steering angular velocity.

[0006] Since the 2nd target controlled variable is suppressed by the amendment means as a steering state even if it is the case where steering angular velocity increases when cut operation is frequently performed for example, by minute rudder angle within the limits, the increase in the controlled variable accompanying differential steer control is suppressed. Thereby, the reaction force accompanying operation of driving means currently transmitted to the steering handle side at the time of the cut of a

steering handle is reduced.

[0007] In the steering control unit for vehicles of a claim 1, the steering control unit for vehicles concerning a claim 2 suppresses the 2nd target controlled variable, when, as for an amendment means, steering frequency turns into more than predetermined frequency.

[0008] Under the situation that steering frequency increases, since operation in which a steering handle is made to reciprocate quickly and in vibration finely is assumed, the 2nd target controlled variable which is set up according to steering angular velocity in such a case is made to suppress, and the increase in the controlled variable accompanying differential steer control is suppressed.

[0009] In addition, since "it is" the same judgment conditions as substantially as "the case where the number of times which the steering direction reversed increases from a predetermined threshold into a predetermined time" etc. "when steering frequency turns into more than predetermined frequency, and the time interval which the steering direction reverses falls from a predetermined threshold", these judgment conditions shall also be included.

[0010] In the steering control unit for vehicles of a claim 1, the steering control unit for vehicles concerning a claim 3 sets the 2nd target controlled variable as zero, when, as for an amendment means, steering frequency turns into more than predetermined frequency.

[0011] When steering frequency turns into more than predetermined frequency, the 2nd target controlled variable may be set as zero, and when steering angular velocity increases by this processing, differential steer control is forbidden substantially.

[0012] In the steering control unit for vehicles of a claim 1, the amendment means has specified the rate of change from which the 2nd target controlled variable may change, and the steering control unit for vehicles concerning a claim 4 sets up the controlled variable restricted by this rate of change as the 2nd target controlled variable, when the 2nd target controlled variable set up by the setting means exceeds this rate of change.

[0013] By the amendment means, by adding a limit to the rate of change of the 2nd target controlled variable, when steering angular velocity changes a lot, change of the 2nd target controlled variable can be suppressed.

[0014] In the steering control unit for vehicles of a claim 4, the steering control unit for vehicles concerning a claim 5 carries out an adjustable setup of this rate of change so that the 2nd target controlled variable to which an amendment means is set with a setting means is large, and rate of change may become small.

[0015] The effect of differential steer control of being done so by the 2nd target controlled variable can be made to suppress more promptly by setting up by the amendment means, so that the 2nd target controlled variable is large, and rate of change may become small.

[0016] In the steering control unit for vehicles of a claim 1, the steering control unit for vehicles concerning a claim 6 suppresses the 2nd target controlled variable, when, as for an amendment means, steering angular acceleration becomes beyond a predetermined value.

[0017] A steering handle may be moved during a vehicles run by the influence of road surface irregularity etc. Although the variability region of a steering angle of the steering input sudden for an operator resulting from the disturbance under such a vehicles run is generally small, steering angular velocity will be in the state of changing a lot, between them. With a setting means, since the 2nd target controlled variable according to steering angular velocity is set up, as a result of the influence by the disturbance under such a vehicles run appearing greatly and driving means' driving unnecessarily compared with the case where only the 1st target controlled variable is set up, the reaction force from driving means increases and there is a possibility that the steering sense of incongruity given to an operator may become large. Then, when change of steering angular velocity becomes beyond a predetermined value (i.e., when steering angular acceleration becomes beyond a predetermined value), the 2nd target controlled variable set up by the amendment means according to steering angular velocity is made to suppress, and a part for unnecessary operation of the driving means resulting from the 2nd target controlled variable is suppressed.

[0018] A detection means for the steering control unit for vehicles concerning a claim 7 to be a steering

control unit which controls \*\*\*\* operation of \*\*\*\*\* to handle operation, and to detect the steering angle of a steering handle, The 1st target controlled variable which sets up \*\*\*\*\* according to a steering angle based on the detection result of the driving means which carry out a \*\*\*\* drive, and a detection means, Based on the 2nd target controlled variable set up according to steering angular velocity, it has a setting means to set up the controlled variable to driving means, and a setting means equips with and constitutes an amendment means to suppress the 2nd target controlled variable, compared with an inside vehicle speed region, when the vehicle speed is a low vehicle speed region. [0019] When control processing to which the controlled variable according to the steering state is made to increase is adopted to raise the swinging nature and the responsibility of the vehicles in a low vehicle speed region, especially under this influence near the halt vehicle speed The reaction force which originates in operation of driving means and is transmitted to a steering handle side from driving means increases, and a steering handle becomes simultaneously that it is easy to drive in vibration, and this inclination is promoted by setting up the 2nd target controlled variable further with differential steer control. On the other hand, especially the improvement in vehicles responsibility done so by the 2nd target controlled variable is thought as important in an inside vehicle speed region. Then, make the 2nd target controlled variable set up according to steering angular velocity in an amendment means in a low vehicle-speed region suppress, the operation to which a steering handle promotes the phenomenon which drives in vibration while suppressing the reaction force transmitted from driving means to a steering handle side is suppressed, and the effect of differential steer control are done so by the 2nd target controlled variable fully demonstrates further in an inside vehicle-speed region.

[0020] A detection means for the steering control unit for vehicles concerning a claim 8 to be a steering control unit which controls \*\*\*\* operation of \*\*\*\*\* to handle operation, and to detect the steering angle of a steering handle, The 1st target controlled variable which sets up \*\*\*\*\* according to a steering angle based on the detection result of the driving means which carry out a \*\*\*\* drive, and a detection means, Based on the 2nd target controlled variable set up according to steering angular velocity, it has a setting means to set up the controlled variable to driving means. a setting means While the maximum which the 2nd target controlled variable can take in a low vehicle speed region sets up maximum according to the vehicle speed so that it may become a smaller value compared with an inside vehicle speed region, an amendment means to restrict the size of the 2nd target controlled variable set up with the setting means is had and constituted based on the set-up maximum.

[0021] By having such an amendment means, the effect of differential steer control make the 2nd target controlled variable set up according to steering angular velocity suppress more promptly, and suppress the phenomenon which a steering handle drives in vibration while suppressing the reaction force transmitted to a steering handle side from driving means, and are done so by the 2nd target controlled variable in an inside vehicle-speed region is fully demonstrated in a low vehicle-speed region.

[0022] A detection means for the steering control unit for vehicles concerning a claim 9 to be a steering control unit which controls \*\*\*\* operation of \*\*\*\*\* to handle operation, and to detect the steering angle of a steering handle, The 1st target controlled variable which sets up \*\*\*\*\* according to a steering angle based on the detection result of the driving means which carry out a \*\*\*\* drive, and a detection means, Based on the 2nd target controlled variable set up according to steering angular velocity, it has a setting means to set up the controlled variable to driving means, and a setting means equips with and constitutes an amendment means to suppress the 2nd target controlled variable, when it is judged that a road surface state is poor.

[0023] When a road surface state is poor, the external force which acts on \*\*\*\*\* from a road surface acts on a steering handle as disturbance, and is detected as change of a steering angle and steering angular velocity. With a setting means, since the 2nd target controlled variable is set up, compared with the case where only the 1st target controlled variable is set up, the influence by this road surface state becomes larger, driving means drive unnecessarily, the reaction force from driving means increases, and there is a possibility of enlarging more the steering sense of incongruity given to an operator. Then, when it is judged that a road surface state is poor, the reaction force accompanying operation of driving means currently transmitted to the steering handle side is reduced by making the 2nd target controlled

variable set up according to steering angular velocity by the amendment means suppress, and suppressing a part for unnecessary operation of the driving means resulting from the 2nd target controlled variable.

[0024] A detection means for the steering control unit for vehicles concerning a claim 10 to be a steering control unit which controls \*\*\*\* operation of \*\*\*\*\* to handle operation, and to detect the steering angle of a steering handle, The 1st target controlled variable which sets up \*\*\*\*\* according to a steering angle based on the detection result of the driving means which carry out a \*\*\*\* drive, and a detection means, Based on the 2nd target controlled variable set up according to steering angular velocity, it has a setting means to set up the controlled variable to driving means, and a setting means equips with and constitutes an amendment means to suppress the 2nd target controlled variable, when generating of flutter vibration is detected.

[0025] If flutter vibration occurs, it will be detected as change of a steering angle and steering angular velocity. With a setting means, since the 2nd target controlled variable is set up, compared with the case where only the 1st target controlled variable is set up, the influence by this flutter vibration becomes larger, driving means are made to drive unnecessarily, and there is a possibility of enlarging more the steering sense of incongruity given to an operator. Then, when flutter vibration is detected directly, for example, when the situation which flutter vibration tends to generate from the vehicle speed etc. is detected, the 2nd target controlled variable set up according to steering angular velocity by the amendment means is made to suppress, and an operated part of the driving means resulting from the 2nd target controlled variable is suppressed. Thereby, the reaction force accompanying operation of driving means currently transmitted to the steering handle side is reduced.

[0026]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, with reference to an accompanying drawing, it explains about each operation gestalt of this invention.

[0027] The composition of the power steering system applied to the 1st operation gestalt at drawing 1 is shown.

[0028] The input shaft 20 and the output shaft 40 are connected through the transfer-ratio adjustable mechanism 30, and the steering handle 10 is connected with the input shaft 20. The output shaft 40 is connected with the rack shaft 51 through the gear equipment 50 of a rack-and-pinion formula, and \*\*\*\*\* FW is connected with the both sides of the rack shaft 51.

[0029] Moreover, since the steering angle of the steering handle 10 is equivalent to the operation angle of an input shaft 20, the steering angle sensor 21 which detects steering angle  $\theta_{\text{tah}}$  as an operation angle of an input shaft 20 has been formed in the input shaft 20.

[0030] The transfer-ratio adjustable mechanism 30 is connected through the predetermined gear mechanism which connects an input shaft 20 and an output shaft 40, is driving this gear mechanism with the actuator 31 constituted from a servo motor, and is the mechanism in which the transfer ratio between the input-shaft 20-output shafts 40 is changed. This actuator 31 is equipped with the operation angle sensor 32 which detects operation angle (differential angle over input shaft 20)  $\theta_{\text{tam}}$  of an actuator 31, and detected operation angle  $\theta_{\text{tam}}$  is given to the steering control unit 70.

[0031] If it is the relation which shows the relation of steering angle  $\theta_{\text{tah}}$ , operation angle  $\theta_{\text{tam}}$ , and output angle  $\theta_{\text{tap}}$  by (1) formula when the operation angle of an output shaft 40 is set to output angle  $\theta_{\text{tap}}$  here, since the relation of steering angle  $\theta_{\text{tah}}$ , output angle  $\theta_{\text{tap}}$ , and a transfer ratio  $G$  will be prescribed by (2) formulas, (3) formulas can show operation angle  $\theta_{\text{tam}}$  of an actuator 31 from (1) formula and (2) formulas.

[0032]

$$\theta_{\text{tap}} = \theta_{\text{tah}} + \theta_{\text{tam}} \quad \text{-- (1)}$$

$$\theta_{\text{tap}} = G \cdot \theta_{\text{tah}} \quad \text{-- (2)}$$

$$\theta_{\text{tam}} = (G - 1) \cdot \theta_{\text{tah}} \quad \text{-- (3)}$$

Therefore, transfer-ratio control between the input-shaft 20-output shafts 40 can be performed by controlling operation angle  $\theta_{\text{tam}}$  of an actuator 31 according to steering angle  $\theta_{\text{tah}}$  based on (3) formulas based on the set-up transfer ratio  $G$ . In addition, output angle  $\theta_{\text{tap}}$  corresponds to the stroke

position of the rack shaft 51, and further, since the stroke position of the rack shaft 51 corresponds to \*\*\*\*\* of \*\*\*\*\* FW, it can detect output angle  $\theta_{ap}$  from (1) formula by detecting steering angle  $\theta_{ah}$  and operation angle  $\theta_{am}$ , and can detect \*\*\*\*\* of \*\*\*\*\* FW based on this detected output angle  $\theta_{ap}$ .

[0033] Drive control of the transfer-ratio adjustable mechanism 30 is carried out by the steering control unit 70. Each detecting signal of the vehicle speed sensor 60 which detects the speed of vehicles besides the steering angle sensor 21 and the operation angle sensor 32 is given to the steering control unit 70, and the steering control unit 70 repeats the processing which outputs the control signal  $I_s$  set up according to a transfer ratio  $G$  and steering angle  $\theta_{ah}$  to an actuator 31, and is carrying out drive control of the transfer-ratio adjustable mechanism 30 while it sets up a transfer ratio  $G$  based on these signals.

[0034] Here, the control processing carried out with the steering control unit 70 is explained along with the flow chart of drawing 2.

[0035] This flow chart starts by ON operation of an ignition switch. First, it progresses to Step (a step is hereafter described as "S".) 102, and the vehicle speed  $V$  detected by steering angle  $\theta_{ah}$  detected by the steering angle sensor 21, operation angle  $\theta_{am}$  of the actuator 31 detected by the operation angle sensor 32, and the vehicle speed sensor 60 is read, respectively.

[0036] In S104 continuing, the transfer ratio  $G$  corresponding [map-reference-] to the vehicle speed  $V$  is set up based on the vehicle speed  $V$  read by S102 from the map in which the relation of the vehicle speed  $V$  and the transfer ratio  $G$  which are shown in drawing 3 is shown.

[0037] In S200 continuing, setting processing of the differential angle  $\theta$  for setting up the controlled variable for a differential steer is performed. In addition, the differential angle  $\theta$  is the increment of the target operation angle of the actuator 31 corresponding to steering angular velocity, and is later explained about concrete setting processing.

[0038] In S106 continuing, target operation angle  $\theta_{amm}$  of an actuator 31 is set up from following the (4) formula based on the differential angle  $\theta$  set up by steering angle  $\theta_{ah}$  read by S102, and the transfer ratios  $G$  and S200 set up by S104.

[0039]

$$\theta_{amm} = (G-1) - (\theta_{ah} + \theta) \quad \text{-- (4)}$$

In addition, it is set to  $\theta_{amm} = (G-1) - \theta_{ah} + (G-1) - \theta$ , and this 1st term of the right-hand side is the 1st target controlled variable, and the 2nd term of the right-hand side serves as the 2nd target controlled variable from (4) formulas.

[0040] In S108 continuing, the angle deflection  $e$  of target operation angle  $\theta_{amm}$  set up by S106 and operation angle  $\theta_{am}$  read by S102 is set up as  $e = \theta_{amm} - \theta_{am}$ .

[0041] In S110 continuing, without overshooting, the control signal  $I_s$  which controls an actuator 31 is determined so that deflection  $e$  may be set to 0. As an example of this processing, a control signal  $I_s$  can be determined by setting up the parameter of PID control appropriately based on the operation expression of  $I_s = C(s)$  and  $e$ . In addition,  $(s)$  in a formula is the Laplacian operator.

[0042] In S112 continuing, the control signal  $I_s$  determined by S110 is outputted to an actuator 31, and an actuator 31 is driven according to a control signal  $I_s$ .

[0043] Then, processing after S102 mentioned above is repeatedly performed until it progresses to S116 and it judges whether OFF operation of the ignition switch (IG) was carried out, and returns S102 in "No" and is judged as "Yes" by S116, after memorizing last time steering angle  $\theta_{ah}$  read by S102 as steering angle  $\theta_{ahold}$  in S114.

[0044] Next, setting processing of the differential angle  $\theta$  is explained along with the flow chart of drawing 4.

[0045] By S202, steering angular-velocity  $d\theta_{ah}/dt$  is first calculated based on deflection with steering angle  $\theta_{ahold}$ , and the detection-time interval of steering angle  $\theta_{ah}$  last time which was memorized by S114 in the routine of steering angle  $\theta_{ah}$  read by S102, and last time. In addition, you may carry out direct detection of steering angular-velocity  $d\theta_{ah}/dt$  by the sensor which detects steering angular velocity.



[0046] In S204 continuing, the differential value  $\alpha$  according to steering angular-velocity  $d\theta/dt$  for which it asked by S202 is set up based on the map shown, for example in drawing 5. In addition, the differential value  $\alpha$  may set up the value of steering angular-velocity  $d\theta/dt$  as it is as  $\alpha=d\theta/dt$ .

[0047] In S206 continuing, the gain  $T_s$  according to the steering frequency  $f$  in this time is set up based on the map shown in drawing 6, and the differential angle  $\theta$  is set up as  $\theta=T_s\alpha$  in S208 continuing.

[0048] Since the value of the steering frequency  $f$  increases so that it is fine and the steering handle 10 is made to reciprocate quickly, the value of the gain  $T_s$  set up based on the map of drawing 6 becomes smaller. Therefore, since the differential angle  $\theta$  set up according to steering angular-velocity  $d\theta/dt$  is suppressed so that it is fine and the steering handle 10 is made to reciprocate quickly, the increase in the controlled variable accompanying differential steer control is suppressed. By this operation, the reaction force transmitted to the steering handle 10 side from an actuator 31 can be reduced.

[0049] Moreover, as shown in drawing 7, the steering frequency  $f$  can make gain  $T_s$  constant value under with the predetermined threshold  $f_s$ , and it can also be set as  $T_s=0$  above threshold  $f_s$ . Furthermore, since the responsibility of vehicles changes according to the vehicle speed  $V$ , as the value of this threshold  $f_s$  is also shown in the map of drawing 8, it is possible to also make it change according to the vehicle speed  $V$ . Especially the improvement in the vehicles responsibility by differential steer control is because it is thought as important in an inside vehicle speed region, this is setting the threshold  $f_s$  in an inside vehicle speed region as higher steering frequency, as shown in drawing 8, and it can prevent reducing the effect of differential steer control in an inside vehicle speed region more than required.

[0050] In addition, although the steering frequency  $f$  was explained to the example, the steering frequency  $f$  can be dealt with like the time interval (reversal period  $\tau$ ) which the steering direction reverses, or the number of times (the number of times  $N$  of reversal) which the steering direction reversed in the predetermined time. As an example, the map in the case of setting Gain  $T_s$  as drawing 9 for the map in the case of setting up Gain  $T_s$  according to the reversal period  $\tau$  according to the number of times  $N$  of reversal is shown in drawing 10 corresponding to the map of drawing 6, respectively.

[0051] The 2nd operation gestalt is explained.

[0052] When gain  $T_s$  is made into a fixed value, the same effect as the 1st operation gestalt is acquired by adding a limit to the rate of change of for example, the differential angle  $\theta$ . Setting processing (S200) of the differential angle  $\theta$  in this case is explained along with the flow chart of drawing 11.

[0053] First, it progresses to S210, after carrying out S202, S204, and S208 in the flow chart of drawing 4 explained previously. In S210, it judges whether the amendment conditions of the differential angle  $\theta$  were satisfied. As this amendment condition, it judges based on "whether the steering frequency  $f$  is more than predetermined frequency", whether "whether the reversal period  $\tau$  to be below a predetermined period", whether "whether the number of times  $N$  of reversal within fixed time to be more than the number of times of predetermined", etc.

[0054] When judged as "No" by S210, it is regarded as the usual steering state and the differential angle  $\theta$  which progressed to S212 and was set up by S208 of the point is set up as it is.

[0055] When judged as "Yes" by S210, it progresses to S214 and deflection  $\Delta\theta=\theta-\theta_{old}$  of the differential angle  $\theta$  set up by S208 and differential angle  $\theta_{old}$  set up by the last routine judges whether it is more than threshold  $S$ .

[0056] Although it is in the steering state where the steering handle 10 is made to reciprocate finely when judged as "No" by S214, since the rate of change of the differential angle  $\theta$  is small, it progresses to S212 of the point and the differential angle  $\theta$  set up by S208 is set up as it is.

[0057] On the other hand, when judged as "Yes" by S214, the steering handle 10 is made to reciprocate finely, and change of steering angular-velocity  $d\theta/dt$  is in a large steering state, it progresses to S216 in this case, and the value which added the predetermined value  $\beta$  to differential angle  $\theta_{old}$

set up by the last routine is set up as a differential angle  $\theta$ .

[0058] And after passing through S212 or S216, it progresses to S218, and this routine is ended after memorizing as  $\theta_{old}$  the differential angle  $\theta$  set up by this routine.

[0059] When such processing performs handle operation in which it is fine and the steering handle 10 is made to reciprocate quickly, a changed part of the differential angle  $\theta$  will be restricted to the predetermined value  $\beta$ , and the increase in the controlled variable accompanying differential steer control is suppressed by this operation.

[0060] Moreover, the predetermined value  $\beta$  in S216 can also be set up according to the size of deflection  $\Delta\theta$  of the differential angle  $\theta$  and differential angle  $\theta_{old}$  which are set up without a limit in S208, as shown in drawing 12. The operation by the differential angle  $\theta$  can be made to suppress more promptly at drawing 12 compared with the case where the predetermined value  $\beta$  is made into a fixed value, by having set up the value of the predetermined value  $\beta$  small, so that deflection  $\Delta\theta$  is large, and setting up the value of the predetermined value  $\beta$  according to the size of deflection  $\Delta\theta$  in this way. In addition, this processing makes the predetermined value  $\beta$  a fixed value, and carrying out an adjustable setup according to deflection  $\Delta\theta$  can carry out gain  $T_s$  similarly based on the map shown in drawing 13.

[0061] The 3rd operation gestalt is explained.

[0062] As shown in previous drawing 3, the swinging nature and the responsibility of vehicles are raised by making target operation angle  $\theta_{amm}$  to which the lower vehicle speed sets the value of a transfer ratio  $G$  as a bigger value, and is set according to a steering state increase. It is this influence, and near the halt vehicle speed, the reaction force transmitted to the steering handle 10 side from an actuator 31 increases, and it is especially easy to drive the steering handle 10 in vibration. And this inclination is promoted by the 2nd target controlled variable being further set up with differential steer control. On the other hand, in the differential steer control which sets up the 2nd target controlled variable, especially the improvement in vehicles responsibility is thought as important in an inside vehicle speed region. Then, in consideration of these points, the example of setting processing of the differential angle  $\theta$  carried out by S200 of the point is explained along with the flow chart of drawing 14.

[0063] First, like S202 and S204 which were explained previously, after carrying out S222 and S224, it progresses to S226 and the gain  $T_s$  according to the vehicle speed  $V$  read by S102 is set up based on the map shown in drawing 15. And in S228 continuing, the differential angle  $\theta$  is set up as  $\theta = T_s \cdot \alpha$  using the gain  $T_s$  set up with the differential values  $\alpha$  and S226 set up by S224.

[0064] In the map shown in drawing 15, the gain  $T_s$  in a low vehicle speed region and a high vehicle speed region is set as a small value compared with an inside vehicle speed region, and the size of the differential angle  $\theta$  to which Gain  $T_s$  serves as a value small enough, and is set is especially suppressed by the  $V =$  vehicle speed 0 neighborhood. For this reason, an operation which promotes the phenomenon which can fully suppress the reaction force transmitted to the steering handle 10 side from an actuator 31 by setting up the differential angle  $\theta$ , and the steering handle 10 drives in vibration near the halt vehicle speed is suppressed. And in an inside vehicle speed region, the effect of differential steer control can fully be demonstrated.

[0065] Moreover, when gain  $T_s$  is made into a fixed value, the maximum which the differential value  $\alpha$  can take is specified and an effect with the same said of changing this maximum according to the vehicle speed  $V$ , as shown in drawing 16 is demonstrated. In this case, drawing 17 will come to show the map shown in previous drawing 5, and a map will change according to the vehicle speed  $V$ . In this case, in the low vehicle speed, the value of the differential value  $\alpha$  is restricted to the maximum shown with a two-dot chain line, increases to the maximum shown with an alternate long and short dash line with the increase in the vehicle speed  $V$ , and increases to the maximum shown as a solid line in an inside vehicle speed region. Furthermore, it will take for the vehicle speed  $V$  to turn into the high vehicle speed, and the maximum of the differential value  $\alpha$  will be gradually restricted to the range shown with a two-dot chain line from an alternate long and short dash line.

[0066] The 4th operation gestalt is explained.

[0067] When a road surface state is poor, the external force (external input) which acts on \*\*\*\*\* FW

from a road surface acts on the steering handle 10 as disturbance, and is detected as change of steering angle  $\theta$  and steering angular-velocity  $d\theta/dt$ . In differential steer control, since the differential angle  $\theta$  according to steering angular-velocity  $d\theta/dt$  is set up, compared with the case where target operation angle  $\theta_{amm}$  is set up only based on steering angle  $\theta$ , the influence by this road surface state becomes larger, an actuator 31 drives unnecessarily, and there is a possibility of enlarging more the steering sense of incongruity given to an operator by the reaction force by operation of an actuator 31 increasing etc. Then, in consideration of this point, the processing shown in drawing 18 is added in the flow chart of drawing 2 explained previously. That is, when road surface state judging processing shown by S300 is carried out, consequently a road surface state is judged to be good after carrying out S104, it shifts to setting processing of the differential angle  $\theta$  which progresses to S200 and was mentioned above. And when a road surface state is judged to be poor by S300, it progresses to S302, and it is set as the differential angle  $\theta = 0$ , and progresses to processing of S106 after this.

[0068] Thus, since it is set as the differential angle  $\theta = 0$  while a road surface state is judged to be poor in S300, differential steer control will be forbidden substantially. Unnecessary operation of an actuator 31 accompanying the differential angle  $\theta$  being set up can be made to suppress under the situation that a road surface state is judged to be poor by this.

[0069] In addition, although the case where it was set as the differential angle  $\theta = 0$  was illustrated when a road surface state was judged to be poor, it does not limit to this example, and you may set up the value of the differential angle  $\theta$  smaller, so that the poor grade of a road surface state is large.

[0070] Moreover, do not limit especially the judgment technique of a road surface state, and each (a) 4 flower degree of wheel speed is detected. When the dispersion grade of each degree of wheel speed is size and operation angle  $\theta_{am}$  of an actuator 31 changes in vibration at the time of \*\*\*\* of (b) steering handle 10, (c) When the acceleration of the vertical direction where the change width of face of a car height or the change speed of a car height acts on the (d) vehicles in an adult case judges that a road surface state is poor in an adult case etc. and does not correspond to it, it is judged that a road surface state is good.

[0071] The 5th operation gestalt is explained.

[0072] As the 4th operation gestalt explained, the external force which acts on \*\*\*\*\* FW from a road surface under the influence of road surface irregularity etc. may act on the steering handle 10. Generally the steering input sudden for an operator who becomes such disturbance of the variability region of steering angle  $\theta$  is small, and steering angular-acceleration  $d^2\theta/dt^2$  has the property which shows a big value (change of steering angular-velocity  $d\theta/dt$  is large). By differential steer control, as mentioned above, since the differential angle  $\theta$  according to steering angular-velocity  $d\theta/dt$  is set up, compared with the case where target operation angle  $\theta_{amm}$  is set up only based on steering angle  $\theta$ , the influence by this disturbance will become large, and an actuator 31 will drive unnecessarily. Then, in consideration of this point, processing shown in drawing 19 is performed as S200 in the flow chart of drawing 2 explained previously.

[0073] In drawing 19, steering angular-velocity  $d\theta/dt$  is first calculated by S232. For example, steering angular-velocity  $d\theta/dt$  is computed based on deflection with steering angle  $\theta_{hold}$ , and the detection-time interval of steering angle  $\theta$  last time which was memorized by S114 in the routine of steering angle  $\theta$  read by S102, and last time.

[0074] In S234 continuing, the gain  $T_s$  according to the vehicle speed  $V$  read by S102 is set up based on the map shown in drawing 20.

[0075] In S236 continuing, steering angular-acceleration  $d^2\theta/dt^2$  which shows the change state of steering angular-velocity  $d\theta/dt$  is calculated. It is steering angular acceleration based on the deflection of steering angular-velocity  $d\theta/dt$  for which it asked by S232 in this routine in this case, and steering angular-velocity  $d\theta/dt$  for which it asked by S232 in the last routine, and a time interval in the meantime.  $d^2\theta/dt^2$  is calculated.

[0076] In S238 continuing, gain factor  $\gamma$  according to steering angular-acceleration  $d^2\theta/dt^2$  calculated by S236 is set up based on the map shown in drawing 21. When the map of drawing 21 becomes beyond the predetermined value  $g_{th}$  that steering angular-acceleration  $d^2\theta/dt^2$  specified

beforehand, it has specified that gain factor  $\gamma$  begins to decrease with the increase in steering angular-acceleration  $d^2\theta/dt^2$ , and the value of this predetermined value  $\gamma_{th}$  is a value beforehand specified as a threshold of steering angular-acceleration  $d^2\theta/dt^2$  which may be produced by disturbance, such as road surface irregularity.

[0077] And in S240 continuing, the differential angle  $\theta$  is set up as  $\theta = \gamma - T_s \cdot d\theta/dt$ .

[0078] Therefore, since gain factor  $\gamma$  is set as a smaller value with the increase in steering angular-acceleration  $d^2\theta/dt^2$  when steering angular-velocity  $d\theta/dt$  changes with the influences of disturbance, such as road surface irregularity, a lot, the increase in the differential angle  $\theta$  under the influence of disturbance can be suppressed.

[0079] The 6th operation gestalt is explained.

[0080] If flutter vibration the steering handle 10 vibrates [ vibration ] to a hoop direction occurs, it will be detected as change of steering angle  $\theta$  and steering angular-velocity  $d\theta/dt$ . in differential steer control Since the differential angle  $\theta$  according to steering angular-velocity  $d\theta/dt$  is set up, compared with the case where target operation angle  $\theta_{amm}$  is set up only based on steering angle  $\theta$ , the influence by this flutter vibration becomes larger. An actuator 31 drives unnecessarily and there is a possibility of enlarging more the steering sense of incongruity given to an operator by the reaction force by operation of an actuator 31 increasing etc. Moreover, the vehicle speed  $V$  which becomes easy to generate flutter vibration in the predetermined vehicle speed  $V$ , and is easy to generate is decided according to vehicles.

[0081] By S228 in the flow chart of drawing 14 explained previously, the gain  $T_s$  according to the vehicle speed  $V$  is set up based on the map shown in drawing 22 there. Near the vehicle speed  $V$  which flutter vibration tends to generate, the map of drawing 22 Since it has specified that the value of the gain  $T_s$  set up decreases and the value of the differential angle  $\theta$  set up is suppressed by this, The differential angle  $\theta$  set up under the influence by flutter vibration can be suppressed, and unnecessary operation of an actuator 31 accompanying the differential angle  $\theta$  being set up can be made to suppress under the situation of being easy to generate flutter vibration.

[0082] Moreover, generated flutter vibration can be detected and Gain  $T_s$  can also be set up according to the result. For example, in the situation which flutter vibration is generating, since steering angle  $\theta$  of the steering handle 10 detected also changes in vibration, according to the oscillation frequency of steering angle  $\theta$ , Gain  $T_s$  is set up based on the map shown in drawing 23. The map of drawing 23 has prescribed that it takes for the oscillation frequency of steering angle  $\theta$  increasing and approaching the oscillation frequency of flutter vibration, and the value of Gain  $T_s$  becomes small.

[0083] Moreover, in the situation that steering angle  $\theta$  vibrates by flutter vibration, since an actuator 31 rotates in vibration similarly, it can replace with steering angle  $\theta$  and Gain  $T_s$  can also be set up according to the oscillation frequency of operation angle  $\theta_{am}$  of an actuator 31. In the situation that steering angle  $\theta$  furthermore vibrates by flutter vibration, since steering torque will also be in the state of changing in vibration similarly, Gain  $T_s$  can also be set up according to the oscillation frequency of the steering torque detected by the torque sensor.

[0084] Although each operation gestalt explained above explained the processing which makes change of Gain  $T_s$ , the differential value  $\alpha$ , and the differential angle  $\theta$  suppress, i.e., the processing which suppresses change of target operation angle  $\theta_{amm}$  If the flow chart of drawing 2 is made into an example, although it is also possible to carry out as processing which suppresses change of this deflection  $e$  paying attention to the deflection  $e$  of target operation angle  $\theta_{amm}$  and operation angle  $\theta_{am}$  which are set up by S108, since it becomes the processing explained with each operation gestalt with the same processing substantially, explanation is omitted.

[0085]

[Effect of the Invention] Since it has an amendment means to suppress the 2nd target controlled variable set up according to steering angular velocity, according to the change state of steering angular velocity according to the steering control unit for vehicles concerning a claim 1 Since the increase in the 2nd target controlled variable is suppressed even if steering angular velocity increases when cut operation is performed frequently, The increase in the controlled variable accompanying differential steer control is

suppressed, the reaction force accompanying operation of driving means currently transmitted to the steering handle side at the time of the cut of a steering handle is made to suppress, and it becomes possible to reduce the steering sense of incongruity which can be given to an operator.

[0086] Since according to the steering control unit for vehicles concerning a claim 7 it has an amendment means to suppress the 2nd target controlled variable set up according to steering angular velocity, compared with an inside vehicle speed region when the vehicle speed is a low vehicle speed region While making the 2nd target controlled variable set up according to steering angular velocity suppress in a low vehicle speed region and suppressing the reaction force transmitted to a steering handle side from driving means Operation that a steering handle promotes the phenomenon driven in vibration is suppressed, and it becomes possible further to fully demonstrate the effect of differential steer control of being done so by the 2nd target controlled variable in an inside vehicle speed region.

[0087] While according to the steering control unit for vehicles concerning a claim 8 the maximum which the 2nd target controlled variable can take in a low vehicle speed region sets up maximum according to the vehicle speed so that it may become a smaller value compared with an inside vehicle speed region Since it has an amendment means to restrict the size of the 2nd target controlled variable set up with the setting means, based on the set-up maximum, the 2nd target controlled variable can be made to suppress more promptly compared with the amendment means of a claim 6.

[0088] Since according to the steering control unit for vehicles concerning a claim 9 it has an amendment means to suppress the 2nd target controlled variable set up according to steering angular velocity when it is judged that a road surface state is poor When a road surface state is poor, it can become possible to make a part for unnecessary operation of the driving means resulting from the 2nd target controlled variable suppress, and, thereby, the reaction force accompanying operation of driving means currently transmitted to the steering handle side can be reduced.

[0089] Since according to the steering control unit for vehicles concerning a claim 10 it has an amendment means to suppress the 2nd target controlled variable set up according to steering angular velocity when generating of flutter vibration is detected It becomes possible to make the 2nd target controlled variable set up according to steering angular velocity by the amendment means suppress, and to suppress an operated part of the driving means resulting from the 2nd target controlled variable, when the situation which flutter vibration tends to generate is detected. by this The reaction force accompanying operation of driving means currently transmitted to the steering handle side can be reduced.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the composition of the power steering system concerning each operation gestalt.

[Drawing 2] It is the flow chart which shows the processing performed with the steering control unit concerning the 1st operation gestalt.

[Drawing 3] It is the map which specified the relation between the vehicle speed  $V$  and a transfer ratio  $G$ .

[Drawing 4] It is the flow chart which shows setting processing of the differential angle  $\theta$ .

[Drawing 5] It is the map which specified the relation between steering angular-velocity  $d\theta/dt$  and the differential value  $\alpha$ .

[Drawing 6] It is the map which specified the relation between the steering frequency  $f$  and Gain  $T_s$ .

[Drawing 7] It is the map which specified the relation between the steering frequency  $f$  and Gain  $T_s$ .

[Drawing 8] It is the map which specified the threshold  $f_s$  of the steering frequency  $f$  set as gain  $T_s=0$ , and the relation with the vehicle speed  $V$ .

[Drawing 9] It is the map which specified the relation between the reversal period  $\tau$  of the steering direction, and Gain  $T_s$ .

[Drawing 10] It is the map which specified the relation between the number of times  $N$  of reversal of the steering direction, and Gain  $T_s$ .

[Drawing 11] It is the flow chart which shows setting processing of the differential angle  $\theta$  concerning the 2nd operation gestalt.

[Drawing 12] It is the map which specified the relation of the deflection  $\Delta\theta$  and the predetermined value  $\beta$  in drawing 11.

[Drawing 13] It is the map which specified the relation of deflection  $\Delta\theta$  and Gain  $T_s$  in drawing 11.

[Drawing 14] It is the flow chart which shows setting processing of the differential angle  $\theta$  concerning the 4th operation form.

[Drawing 15] It is the map which specified the relation of the vehicle speed  $V$  and Gain  $T_s$  in drawing 14.

[Drawing 16] It is the map which specified the relation between the vehicle speed  $V$  and the maximum of the differential value  $\alpha$ .

[Drawing 17] It is the map in which the relation of the steering angular-velocity  $d\theta/dt$  and the differential value  $\alpha$  at the time of carrying out an adjustable setup of the maximum of the differential value  $\alpha$  according to drawing 16 is shown.

[Drawing 18] It is drawing showing processing used as an added part of the flow chart of drawing 2 about processing concerning the 4th operation form.

[Drawing 19] It is the flow chart which shows setting processing of the differential angle  $\theta$  concerning the 5th operation form.

[Drawing 20] It is the map which specified the relation between the vehicle speed  $V$  and Gain  $T_s$ .

[Drawing 21] It is the map which specified the relation between steering angular-acceleration  $d^2\theta/dt^2$  and gain factor  $\gamma$ .

[Drawing 22] It is the map which specified the relation of the vehicle speed  $V$  and Gain  $T_s$  concerning the 6th operation form.

[Drawing 23] It is the map which specified the relation of the oscillation frequency of steering angle  $\theta$  and Gain  $T_s$  concerning the 6th operation form.

[Description of Notations]

10 [ -- A transfer-ratio adjustable mechanism, 31 / -- An actuator, 32 / -- An operation angle sensor, 60 /  
 -- Vehicle speed sensor ] -- A steering handle, 21 -- A steering angle sensor, 30  
 70 -- Steering control unit

---

[Translation done.]



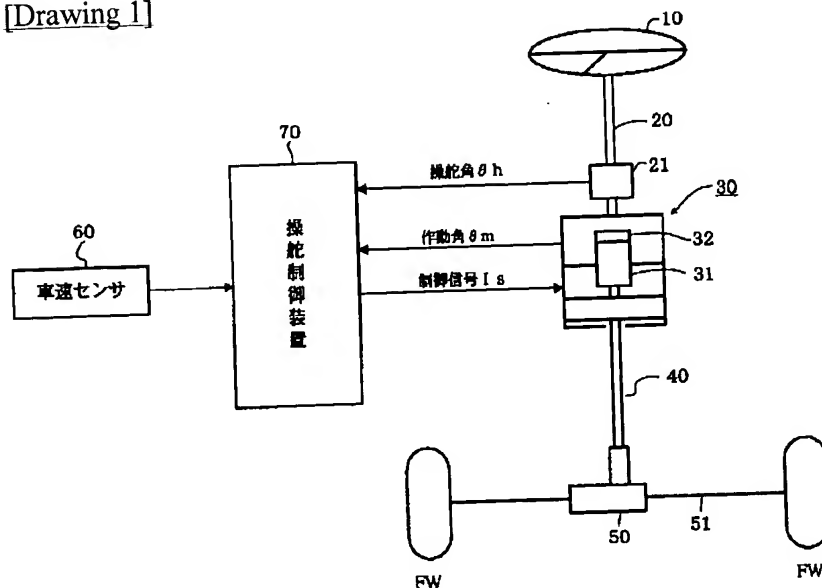
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

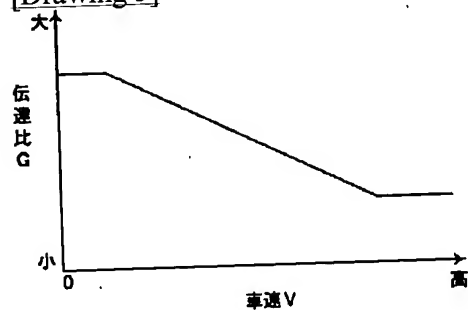
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

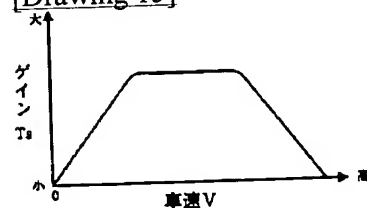
[Drawing 1]



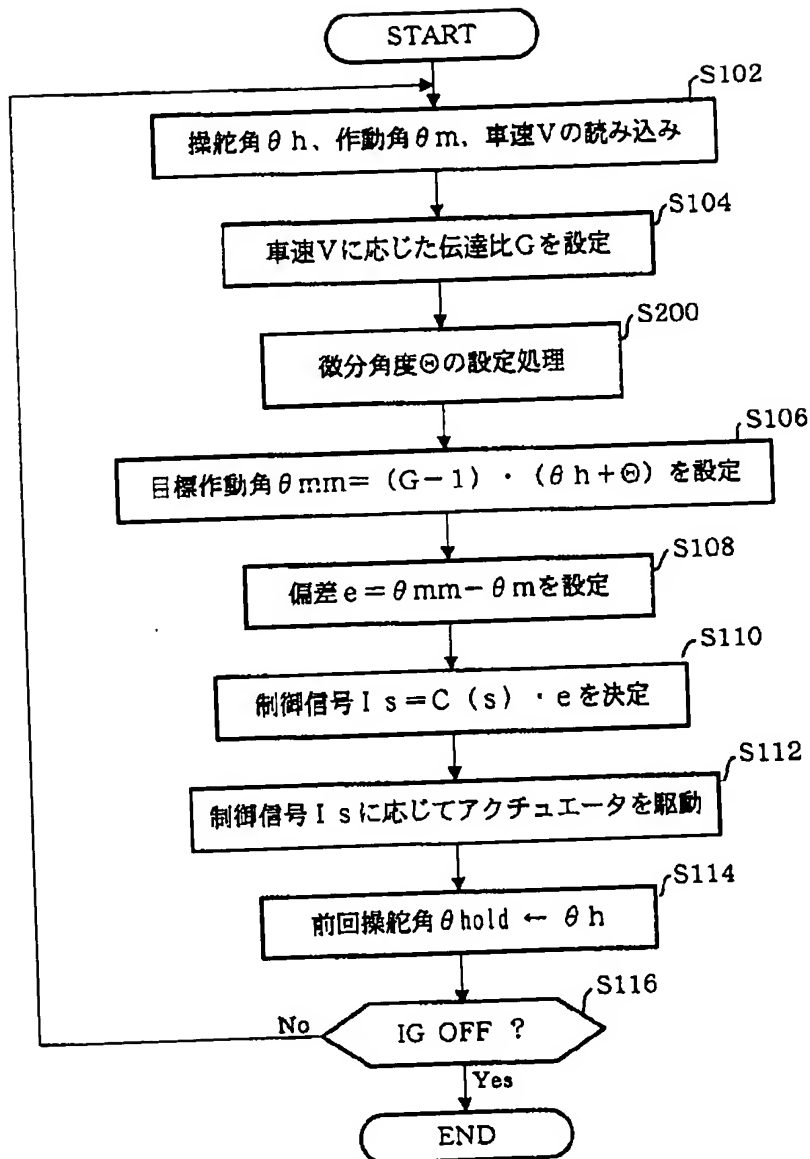
[Drawing 3]



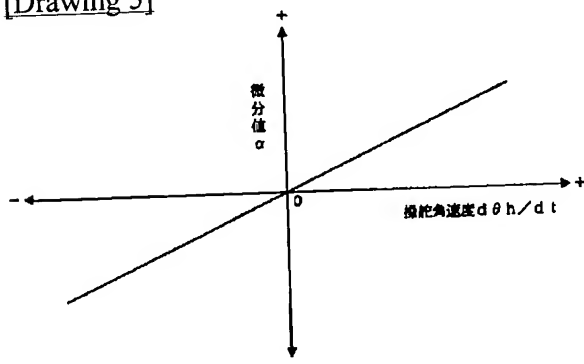
[Drawing 15]



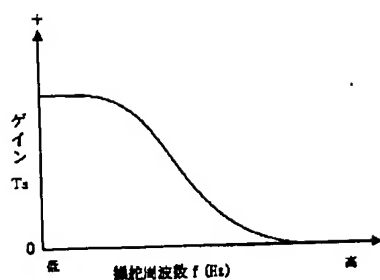
[Drawing 2]



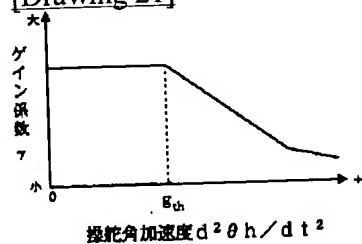
[Drawing 5]



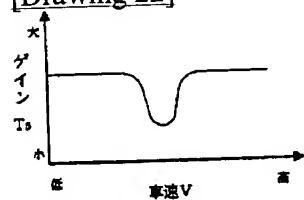
[Drawing 6]



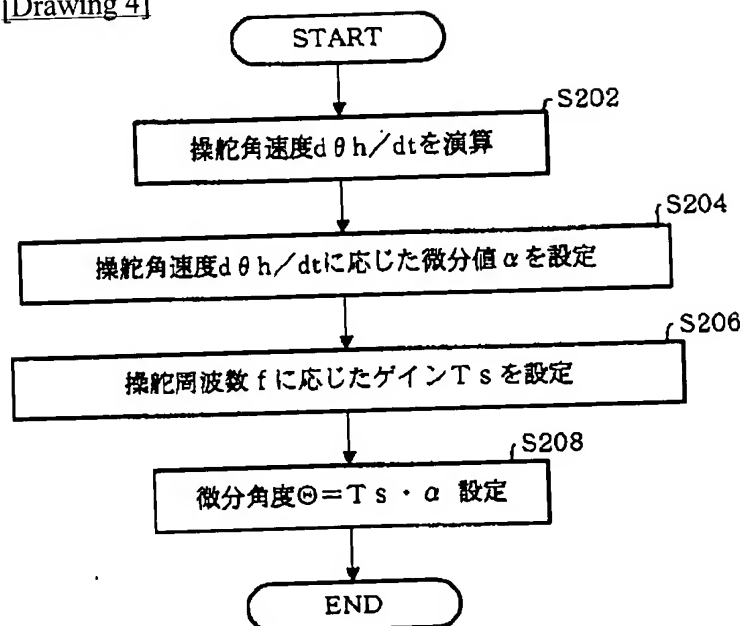
[Drawing 21]



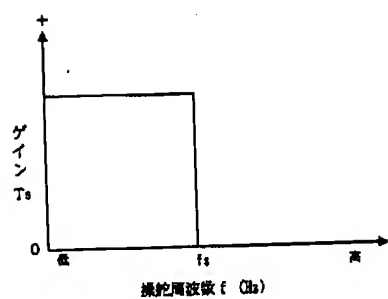
[Drawing 22]



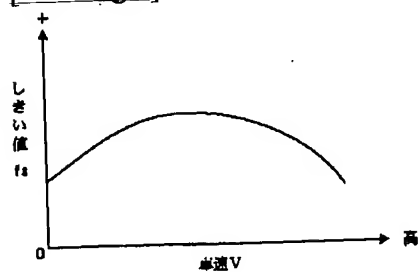
[Drawing 4]



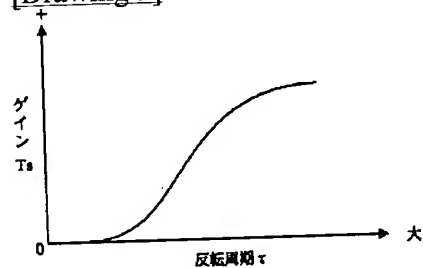
[Drawing 7]



[Drawing 8]



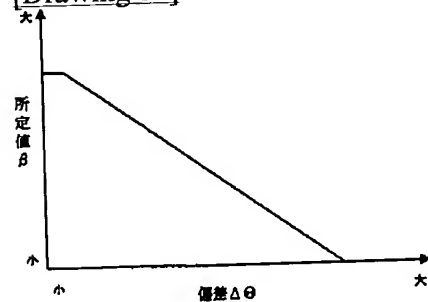
[Drawing 9]



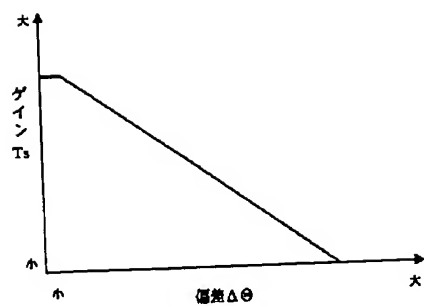
[Drawing 10]



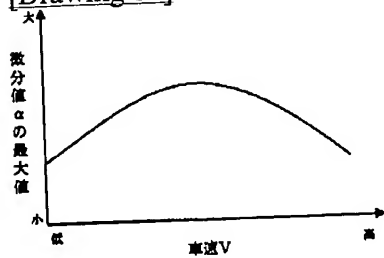
[Drawing 12]



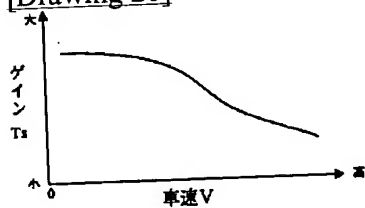
[Drawing 13]



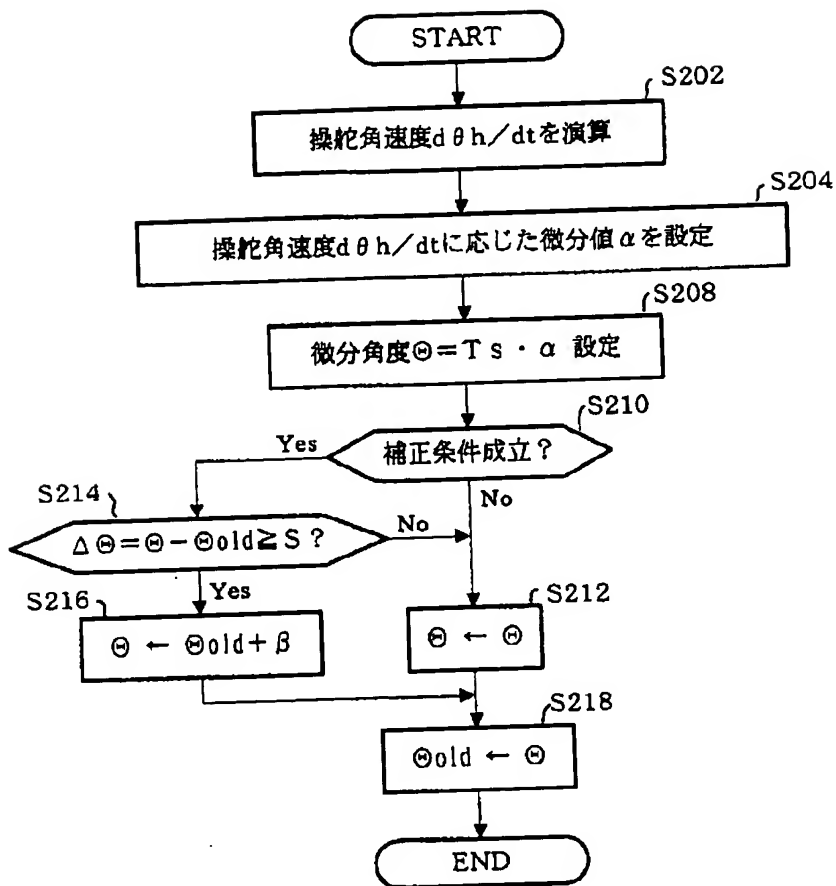
[Drawing 16]



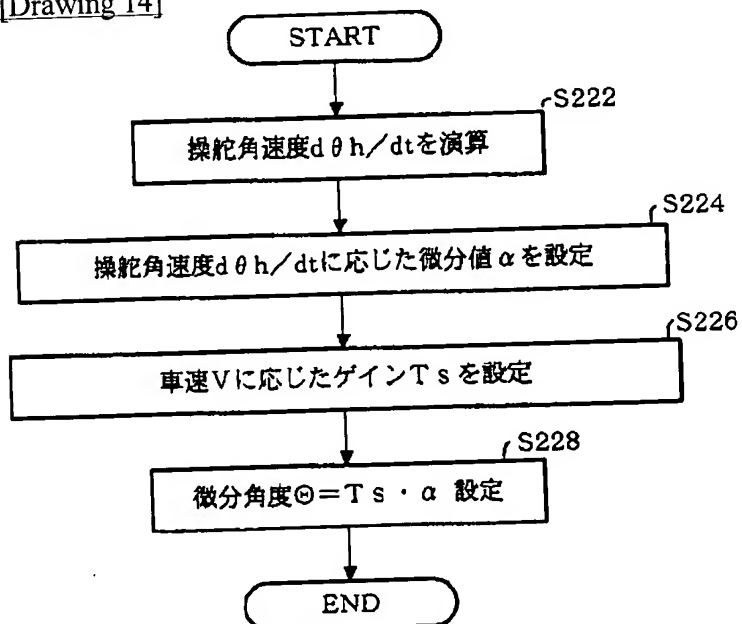
[Drawing 20]



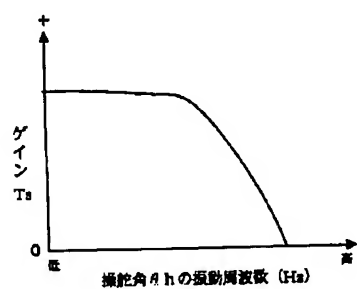
[Drawing 11]



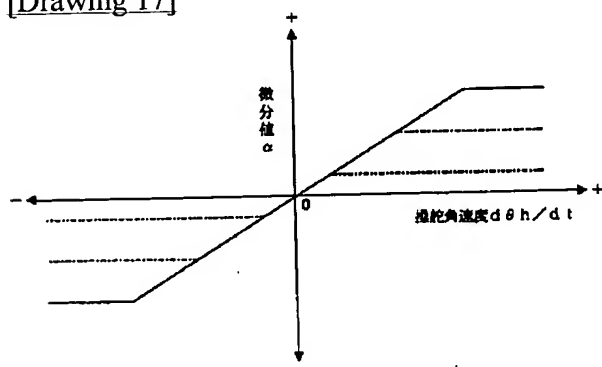
[Drawing 14]



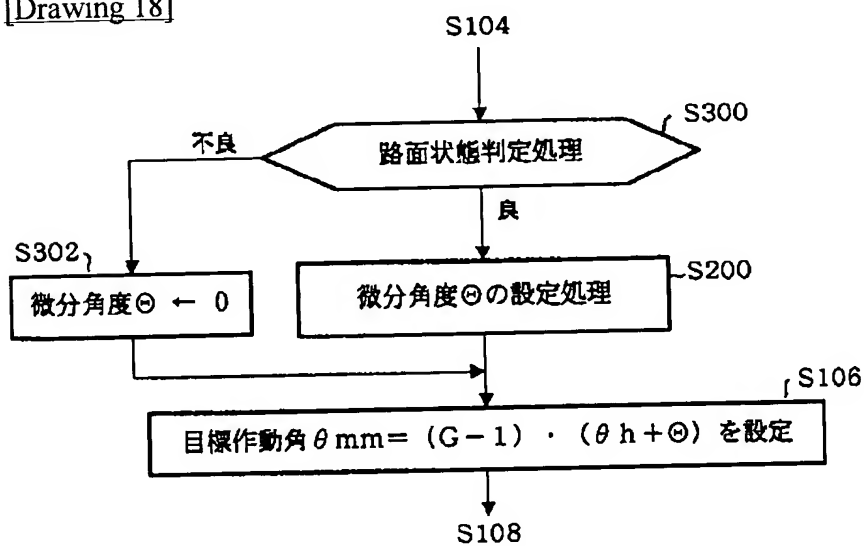
[Drawing 23]



[Drawing 17]

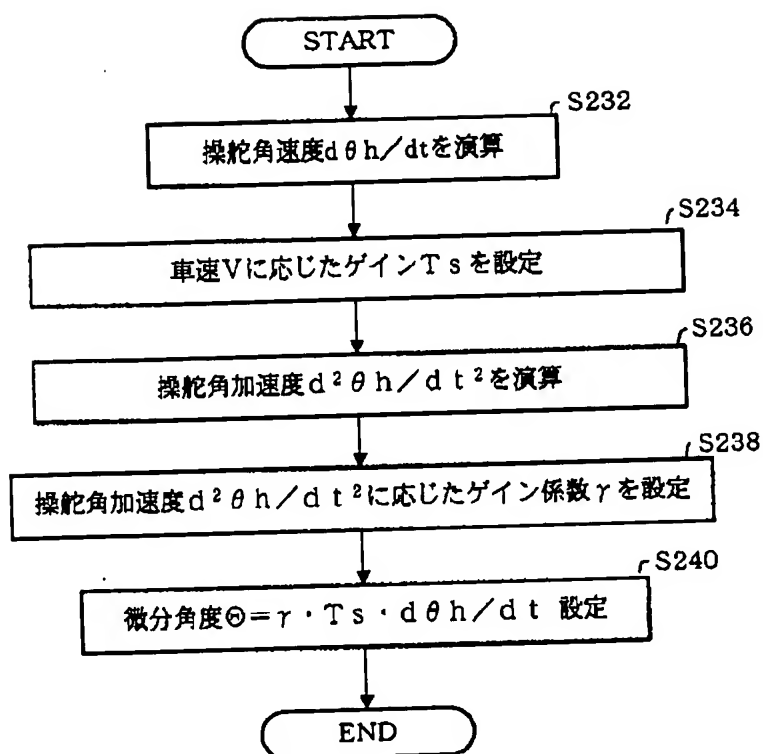


[Drawing 18]



[Drawing 19]





[Translation done.]